Földtani Közlöny

Bulletin of the Hungarian Geological Society

Vol. 127. Nos. 1–2



A Magyarhoni Földtani Társulat folyóirata

Budapest, 1998

Földtani Közlöny

A Magyarhoni Földtani Társulat folyóirata

Bulletin of the Hungarian Geological Society

Vol. 127. Nos 1–2.

Budapest

ISSN 0015-542X

Támogatók

MOL Magyar Olaj- és Gázipari Rt., Budapest
Magyar Földtanért Alapítvány
Műszaki és Természettudományi Egyesületek szövetsége
Kőolajkutató Rt., Szolnok
Primagáz–Hungária Rt., Budapest
Rotary Fúrási Rt., Nagykanizsa

Sponsors

MOL Hungarian Oil and Gas Co., Budapest
Foundation for the Geology of Hungary
Federation of Technical and Scientific Societies, Hungary
Drilling Contractor and Service Co. Szolnok
Primagáz Hungária Industrial Co. Budapest
Rotary Drilling Co., Nagykanizsa

A kéziratokat az alábbi címre kérjük küldeni

PIROS Olga 1443 Budapest, Pf. 106.

Manuscripts to be sent to

Olga PIROS 1443 Budapest, P.O. Box 106.

Földtani Közlöny is abstracted and indexed in **GeoRef** (Washington) **Pascal Folio** (Orleans) **Zentralblatt für Paläontologie** (Stuttgart), **Referativny Zhurnal** (Moscow) and **Geológiai és Geofizikai Szakirodalmi Tájékoztató** (Budapest).

Földtani Közlöny 127/1-2, 1-17 (1997) Budapest

Újabb adatok a Velencei-hegység molibdenitjének genetikájához: ásványtani és folyadékzárvány vizsgálatok a Retezi-lejtakna ércesedésén

Contributions to the genesis of molybdenite in the Velence Mts.: mineralogical and fluid inclusion studies on the mineralization of the Retezi adit

MOLNÁR Ferenc[1]

(3 ábra, 2 táblázat, 1 tábla)

Abstract

On the basis of reflected light microscopic and electronmicroprobe studies carried out on museum samples from the Retezi adit, Velence Mts., it was determined that molybdenite is associated with pyrite, pyrrhotite, sphalerite and galena in stockwork-type mineralization hosted by the Variscan granite and metamorphic shales of the Velence Mts. These rocks show siliceous–sericitic alteration and intensive pyrite dissemination at some places. In addition to the molybdenite-bearing paragenesis, grey ore bearing veinlets also occur in the granite. In this mineralization, Zn-rich tetrahedrite occurs in two varieties with different As- and Fe-contents and is associated with pyrite, galena, sphalerite, chalcopyrite and marcasite. The occurrence of an Ag–Te mineral phase was also detected in this paragenesis. According to the fluid inclusion data from quartz crystals associated with molybdenite, the temperature of the polystage hydrothermal activity was about 300 °C, as well as between 400 and 500 °C. CO_2-rich fluids occasionally were trapped during the hydrothermal activity and indicate phase-separation processes or mixing of two different type of fluids. The entrapment pressure of these CO_2-rich fluids in the fluid inclusions was about 1.0–2.4 kbars. These data suggest that the molybdenite-bearing mineralization was formed in the postmagmatic system of the Variscan granite and not related to hydrothermal activity induced by the andesitic intrusions of Eocene age known in the area of study.

Manuscript received: 27. 07. 1995

Összefoglalás

A Retezi-lejtaknából fennmaradt múzeumi mintákon végzett ércmikroszkópos és elektronmikroszondás vizsgálatok alapján a molibdenithez társultan pirit, pirrhotin, szfalerit és galenit is előfordul az ércesedésben. A molibdenit nélküli polimetallikus zsinórok fő ásványa a Zn-dús tetraedrit, melynek két, As- és Fe-tartalomban különböző változata különíthető el. A fakóérchez pirit, galenit, szfalerit, kalkopirit, markazit és egy további vizsgálatokat igénylő Ag–Te fázis társul.

[1] ELTE TTK Ásványtani Tanszék, 1088 Budapest, Múzeum krt. 4/a.
Jelenlegi cím: Department of Earth Sciences, Carleton University, 1125 Colonel By Drive, Ottawa, Ontario, Canada, K1S 5B6, e-mail: fmolnar@ccs.carleton.ca

Az ércesedést befogadó gránit és pala kovás–szericites átalakulású, helyenként intenzív pirithintéssel. A molibdenites paragenezis kvarckristályainak folyadékzárványain végzett mikrotermometriai vizsgálatok alapján a többfázisú hidrotermás folyamat hőmérséklete 300 °C körüli, illetve 400–500 °C közötti volt. A hidrotermás fluidumok esetenként CO_2-tartalmúak voltak, melyek 1,0–2,4 kbar közötti nyomáson fogódtak be a folyadékzárványokban. A CO_2-ben gazdag fluidumok előfordulása a hőmérséklet és a nyomás csökkenése következtében fellépő fázisszeparáció, vagy pedig különböző összetételű hidrotermás oldatok keveredését rögzíti. Az adatok arra utalnak, hogy a molibdenites ércesedés kialakulása a gránitmagmatizmus posztmagmás folyamataihoz kötődött és nem a terület eocén korú andezites benyomulásai által indukált hidrotermás tevékenységhez.

Bevezetés, előzmények

A molibdenit Velencei-hegységi előfordulásáról elsőként SCHAFARZIK (1908) számolt be, aki a nadapi kőfejtő gránitjában észlelte ezt az ásványt. A molibdenit-kutatás lehetőségeit a későbbiekben FÖLDVÁRI (1947) vizsgálta részletesebben. Megállapításai szerint a molibdenitnek a paleozóos korú gránitban észlelhető előfordulásai a hegység keleti részén a felszínen is ismert, eocén korú andezites vulkáni tevékenységhez köthetők.

A Velencei-hegység molibdenit-indikációinak részletes megismerése JANTSKY Béla 1950-es években folyatott kutatásaihoz fűződik (JANTSKY 1957). Munkálatai során a kérdéses ásvány előfordulását különböző képződményekben észlelte. Pegmatitos fészkekben, illetve stockwerk-szerű kvarcér-hálózatokban azonosított molibdenitről számolt be a sukorói Ördöghegy lejtaknájából, a Meleg-hegy tömege alá hajtott nadapi táróból és a pákozdi lejtaknából. A legdúsabb előfordulás azonban a Gécsi-hegyen vált ismertté, és ez ösztönözte a Retezi-lejtakna kihajtását is.

A Retezi-lejtaknában minden harántolt pegmatitfészek tartalmazott molibdenitet. Ezen előfordulások mellett azonban a legdúsabb ércesedés a gránitot szelő, néhány mm– cm-es vastagságú kvarcerekben fordul elő. A lejtakna 110–120 m-es szakasza között az átlagos Mo-koncentráció 0,03%. A molibdenit szintén megjelenik a lejtakna 60°-os irányvágatának vájvégén feltárt palás kőzet harántrepedéseiben is. A molibdenit-tartalmú kvarcerezéseken kívül pirit, illetve galenit, szfalerit és fakóérc ásványokkal jellemzett érkitöltések is előfordultak. Ezek a molibdenites kvarcerek után képződtek. A molibdenitet hordozó képződmények szöveti-szerkezeti és paragenetikai értékelése alapján JANTSKY (1957) a molibdén dúsulását egyértelműen a gránitmagmatizmushoz kapcsolta.

A fenti kutatásokkal egyidőben azonban ismertté váltak a molibdenitnek az eocén korú andezites képződményekhez kötődő előfordulásai is (KISS 1954). A későbbiekben az Antónia-hegyen lemélyített Sukoró-3. sz. fúrás agyagpalát szelő kvarcerezéseiben is azonosították a molibdenitet (BÖJTÖSNÉ VARRÓK 1965). Mivel itt az ércindikációt befogadó kőzet kaolinites–alunitos elbontású, ezért nem kizárt, hogy a molibdenit ezen előfordulása az eocén hidrotermás tevékenységhez kapcsolható. A Velencei-hegység K-i részén végzett geokémiai térképezés pedig egyértelműen bizonyította, hogy az eocén korú hidrotermás képződményekben a molibdén feldúsulása általánosan jellemző (ÓDOR et al. 1982).

A hegység területére vonatkozó újabb, összefoglaló igényű metallogéniai értékelés szerint (HORVÁTH et al. 1989), a molibdenites indikációk kialakulásának egy része a gránitbenyomulás pegmatitos–hidrotermás tevékenységéhez kapcsolódott. Felvetődött azonban az a lehetőség is, hogy egyes Mo-anomáliák a középső-kréta korú alkáli jellegű magmatizmushoz is kötődnek. Mindezeken túl, az eocén posztvulkáni tevékenységhez is társult molibdén-dúsulások kialakulása.

Az eddigiekben felsorolt kutatási eredmények alapján látható, hogy a gránittesten belül megjelenő molibdenit-indikációk genetikája ma sem tisztázott megnyugtatóan. A jelenlegi dolgozat célkitűzése az, hogy a sokat vitatott kérdés megválaszolásához további támpontokat szolgáltasson a Retezi-lejtakna mintaanyagán eddig még nem alkalmazott módszer, az ásványok folyadékzárványainak vizsgálata révén. Ugyancsak a dolgozat célkitűzései közé tartozik az egyes ásványparagenezisekre vonatkozó újabb megfigyelések közlése is.

A munkában felhasznált minták az Eötvös Loránd Tudományegyetem Ásványtárában őrzött, SZTRÓKAY Kálmán Imre és KISS János professzorok által gyűjtött kézipéldányokból származnak. A minták felsorolását az *I. táblázat* tartalmazza.

A Retezi-lejtakna vizsgált mintáinak lelőhelye
Localities of samples from the Retezi adit

I. táblázat – Table I

Sorszám	Lelőhely	A minta típusa	Mellékkőzet
1.	78 m	kvarc–molibdenit stockwerk	gránit
2.	108 m	kvarc–molibdenit stockwerk	gránit
3.	115 m	kvarc–molibdenit stockwerk	gránit
4.	157 m	kvarc–molibdenit stockwerk	gránit
5.	220 m	polimetallikus erezés	gránit
6.	vájvég	molibdenit-hintés a kvarc–stockwertől függetlenül	pala

Vizsgálati módszerek

A molibdenit-tartalmú kvarcerezések mellékkőzetének átalakulását vékonycsiszolatok polarizációs mikroszkópos vizsgálata alapján határoztuk meg. Az ércásványparagenezisek jellemzése polírozott metszetek ércmikroszkópos vizsgálata és elektronmikroszondás analízise (Miskolci Egyetem, Fémtani Tanszék; AMRAY 1830 I, EDAX 9900 típusú berendezés; 20 kV, 10^{-10} A, Si–Li detektor, 100 mp detektálási idő) alapján történt. Az ércásványokhoz társuló hidrotermás kvarc, illetve a mellékkőzetben előforduló kőzetalkotó kvarc zárványtartalmát kétoldalán polírozott, néhány tized mm vastag metszetek mikroszkópos vizsgálata révén írtuk le. A folyadékzárványok mikrotermometriai adatainak meghatározása (homogenizációs hőmérséklet, illetve a zárványok megfagyasztása után képződött jégfázis olvadáspontja) Reynolds-típusú, gázáramú (Carleton

University, Department of Earth Sciences, Ottawa), továbbá Chaixmeca-típusú fűtőszálas-gázáramú (Eötvös Loránd Tudományegyetem, Ásványtani Tanszék, Budapest) változtatható hőmérsékletű mikroszkópi tárgyasztalon történt. A műszerek kalibrálását nagy tisztaságú vegyületek és szintetikus folyadékzárványok fázisátalakulási jelenségei alapján végeztük. A mérési pontosság 0 °C alatt 0,1 °C, 0 °C felett 1 °C volt. A zárványok befogódási hőmérsékletére-nyomására vonatkozó számításainkat a FLINCOR számítógépes program (BROWN 1989) felhasználásával végeztük.

Eredmények

Kőzetátalakulás, ércparagenezis

A Retezi-lejtakna molibdenites ércesedése – a vizsgált mintaanyagban – többnyire kvarcos–kovás kitöltésű érhálózatokhoz kötött. A vizsgált ércparagenezisek mellékkőzete – egy minta kivételével – gránit (*I. táblázat*).

A gránit csupán csekély elváltozást szenvedett. A kőzet összes eredeti alkotórésze felismerhető. A káliföldpát (pertites ortoklász) túlnyomó részben üde megjelenésű, rajta csupán enyhe szercitesedés észlelhető. Ezzel szemben a plagioklászok, továbbá a káliföldpát albitorsói intenzívebben szericitesedtek. A biotit még felismerhető, noha helyenként erősen kifakult (muszkovitosodott). A kőzetre enyhe piritesedés is jellemző.

A 60°-os irányvágat vájvégén feltárt palás kőzetre elsősorban a piritesedés és a kovásodás jellemző. A pirit hexaéderes, 1–2 mm-es kristályai hintésként fordulnak elő a kőzetben. A kvarc mozaikkristályos átitatódásai elsősorban a kőzetet szelő, stockwerk-szerű kvarcerezések közvetlen környezetében figyelhetők meg. A kőzet uralkodó ásványa szintén a kvarc, melyhez plagioklászok társulnak nagyobb mennyiségben. A plagioklászok enyhe szericitesedése itt is megfigyelhető. A palásság szerint rendeződött csomókban-fészkekben klorit is előfordul. Élénk kékesibolya színű anomális interferenciaszíne és a pleokroizmus alapján penninként azonosítható. A klorit feltehetően nem a hidrotermás folyamatok, hanem a gránitbenyomulást megelőző metamorfózis során képződött.

A gránitot szelő erezésekben a molibdenit hajladozó pikkelyei a kvarckristályokat burkoló képletekként, illetve a kvarc zárványaiként fordulnak elő. Ezzel szemben a pala harántrepedéseiben a molibdenithez kvarc nem társul, és az egyes pikkelyek a repedések falán pecsétszerű foltokként észlelhetők.

A molibdenit mikroszondás vizsgála során csupán a Mo- és a S-tartalom volt kimutatható, más elem mennyisége az alkalmazott eljárás kimutatási határa alatt volt. Ez az eredmény összhangban van a korábbi analízisek adataival (NAGY 1978). A molibdenithez társultan, illetve a kovás mellékkőzetben a pirit hexaéderes, 1–2 mm nagyságú kristályai is előfordulnak. JANTSKY (1957) megállapításaival ellentétben, a jelenlegi megfigyelések szerint a pirit a molibdenittel szingenetikus. A piritben zárványként pirrhotin is megjelenik. A mikro-

szondás vizsgálatok során a piritben zárványként, illetve a pirit felületére nőtt mikrométer körüli szemcsékként, a galenit és a szfalerit xenomorf kristályait is azonosítottuk. A pirit mellett, a repedések falán fennőve a markazit zömök, sajátalakú ikerkristályai is felismerhetők ércmikroszkópban.

Az eddigiekben tárgyaltakhoz képest a lejtakna 220. méteréből származó minta érczsinórjai más paragenezist hordoznak. A gránitot szelő, 1–3 mm vastag erecskékben a molibdenit hiányzik és csak pirit, galenit, szfalerit, fakóérc, kalkopirit és markazit fordul elő. A felsorolt ásványok többségének két generációja figyelhető meg. Az aprókristályos kvarcanyagban aggregátumokként, illetve önállóan szemcsékként megjelenő pirit rendszerint idiomorf (hexaéderes), vagy az egyéb ásványok által kiszorított roncsokként fordul elő. A szfalerit mindig xenomorf, és két generációja azonosítható. A korábbi kiválású szfaleritre a sűrű, emulzió-szerű kalkopirit-zárványosság (1–5 mikrométeres kalkopirit szemcsék) jellemző. Ezt a szfalerit-típust egy fiatalabb szfalerit kiválás emészti fel. Ez utóbbi generáció csak elvétve tartalmaz egyéb szulfidásványt zárványként; leginkább galenitet, illetve nagyobb méretű (10–20 μm) kalkopirit-foszlányt. A szfalerit mindkét típusa kiszorítja a galenitet, esetenként a fakóércet. Helyenként viszont az is megfigyelhető, hogy a fakóérc szorítja ki a szfaleritet, illetve az is, hogy a szfalerit fakóérc-zárványokat tartalmaz.

A vékony ér üreges részeibe benyúló idiomorf kvarckristályok csúcsi része szabálytalan alakú szfalerit-, és fakóérc-zárványokat hordoz. A kristályokra tömeges fakóérc települ, de ebben a halmazban galenit, szfalerit, pirit és kalkopirit roncsok is úsznak. A kalkopirit és pirit xenomorf kristályai gyakran szfaleritszemcséket szegélyeznek. A fakóérc szulfidásvány-roncsokat hordozó generációjára egy újabb fakóérc kiválás települ. Ez utóbbi jellemzője, hogy porózus szövetű, és finom, emulziós eloszlásban kalkopiritet tartalmaz. A kalkopiritet gélpirit emészti fel. A gélpirit az idősebb fakóérc-kiválás repedéseibe is behatol.

A fakóérc mindkét generációja Zn-dús tetraedrit (*II. táblázat*). A korábbi vizsgálatok során ERDÉLYI (1951) a fakóérc karcszínéből következtetett a viszonylag magas cinktartalomra. Megfigyeléseit az újabb adatok megerősítik. A két fakóérc-generáció közötti lényeges kémiai különbség a Fe- és As-tartalomban mutatkozik.

A fakóérc-kiválásoknál fiatalabb, idiomorf pirit kristályai is megfigyelhetőek a mintában. Ez a pirit azonban markazitosodott, és az eredeti pirit-anyag csak a kristályok központi részében észlelhető, kissé nagyobb reflexiójú, izotróp foltokként maradt meg.

A fakóérchez, illetve a szfalerithez társultan egy Ag–Te fázis 5–10 μm-es, foszlányszerű szemcséit is azonosítottuk. Az ezüst-telluridon kívül a tellúr kisebb koncentrálódása is látható volt a piritben, ami sávosan elnyúló felhőszerű foltokként jelent meg a mikroszonda visszaszórt elektronképén. Az Ag–Te fázis pontosabb meghatározásához további vizsgálatok szükségesek.

A Retezi-lejtakna 220. méterében előforduló fakóérc elektronmikroszondás elemzési adatai (Elemző: KOVÁCS Á., Miskolci Egyetem, Fémtani Tanszék, AMRAY 1830 I, EDAX 9900 berendezés, 20kV feszültség, 1 nA mintaáram, Si-Li detektor, 100 mp detektálási idő)

Electronmicroprobe analyses of the grey ore from the 220 m point of the Retezi adit (Analyst: Á. KOVÁCS, University of Miskolc, Metallurgical Department, AMRAY 1830 I, EDAX 9900 instrument, 20 kV acceleration potencial, 1 nA beam current, 100 sec. counting time).

II. táblázat – Table II

	Fakóérc I. – *Grey ore I* súly%/hiba% – *wt%/error%*	Fakóérc II. – *Grey ore II* súly%/hiba% – *wt%/error%*
S	27.54/ 0.50	26.28/0.64
Sb	16.59/ 1.47	23.64/1.24
Fe	0.44/14.15	2.87/3.43
Cu	39.62/0.69	37.86/0.78
Zn	7.43/2.28	5.37/3.21
As	8.05/3.42	3.99/6.66
Σ	100.0	100.0

A megfigyelések alapján a polimetallikus paragenezisben a következő kiválási sorrend határozható meg: pirit I; galenit–szfalerit I-kalkopirit I; szfalerit II-kalkopirit II-fakóérc I-Ag-tellurid; fakóérc II-pirit II-kalkopirit III; markazit-gélpirit.

A mintákban előforduló folyadékzárványok típusai

A szulfidos paragenezisekhez társuló hidrotermás kvarcban, a gránit kőzetalkotó kvarckristályaiban, továbbá a pala kvarcerezéseinek kristályaiban a következő folyadékzárványok figyelhetők meg szobahőmérsékleten:

I.A. Folyadék+gáz fázisösszetételű zárványok. Ezek a különböző kvarctípusok behegedt repedései mentén húzódó sorokban, ritkábban felhőszerű csoportokban figyelhetők meg (*I. tábla 1. kép*). Túlnyomó részük ROEDDER (1984) kritériumai szerint másodlagos genetikai típusú, azonban a hidrotermás kvarcban felhőszerűen, illetve önállóan megjelenő zárványok elsődleges típusúak – az ásvány növekedésével egyidőben bezáródottak – is lehetnek. A folyadékfázisban úszó gázbuborék térfogata általában a zárvány össztérfogatának körülbelül 30%-át teszi ki. A zárványok szabálytalan, vagy lekerekített "negatív kristály" alakúak. Méretük nem haladja meg a 30–40 mikrométert.

I.B. Két, egymással nem elegyedő folyadékfázist tartalmazó zárványok (*I. tábla 2. kép*). Ezen típusban a zárvány falát nedvesítő sóoldatban úszó, a zárvány össztérfogatának körülbelül 80–90%-át, máskor 40–60%-át alkotó folyadékfázis látható. A kérdéses zárványokban a hőmérséklet csökkentése során, 0 °C körül jelent meg a gázbuborék. Ez a sajátosság, és az egyéb mikrotermometriai adatok (ld. alább) arra utalnak, hogy ezen zárványok sóoldattal nem elegyedő fázisa széndioxid (ROEDDER 1963). A különböző térfogatszázalék széndioxidot tartalmazó zárványok rendszerint az I.A. típusú zárványokkal azonos sorokban, vagy önálló, felhőszerű populációkban fordulnak elő. A széndioxid-tartalmú zárvá-

nyok alakja rendszerint lekerekített "negatív kristály", méretük 10–30 μm körüli. Ezt a zárványtípust a lejtakna 78. és 157. méteréből fennmaradt mintákban azonosítottuk (1. és 4. minta, ld. *I. táblázat*).

II.A. Folyadék+gáz+krisztallit fázisösszetételű, ritkán előforduló zárványok. A folyadék és gázfázis aránya az I.A. típusú zárványokéhoz hasonló. A folyadékfázisban úszó krisztallitok anizotrópok, és a zárvány hevítése során nem oldódtak fel. Ezek a megfigyelések arra utalnak, hogy a kérdéses ásványszemcsék ún. "befogott krisztallitok" (ROEDDER 1984). A zárványtípus egyéb sajátosságai (megjelenés, méret) szintén az I.A. típusú zárványokéhoz hasonlóak.

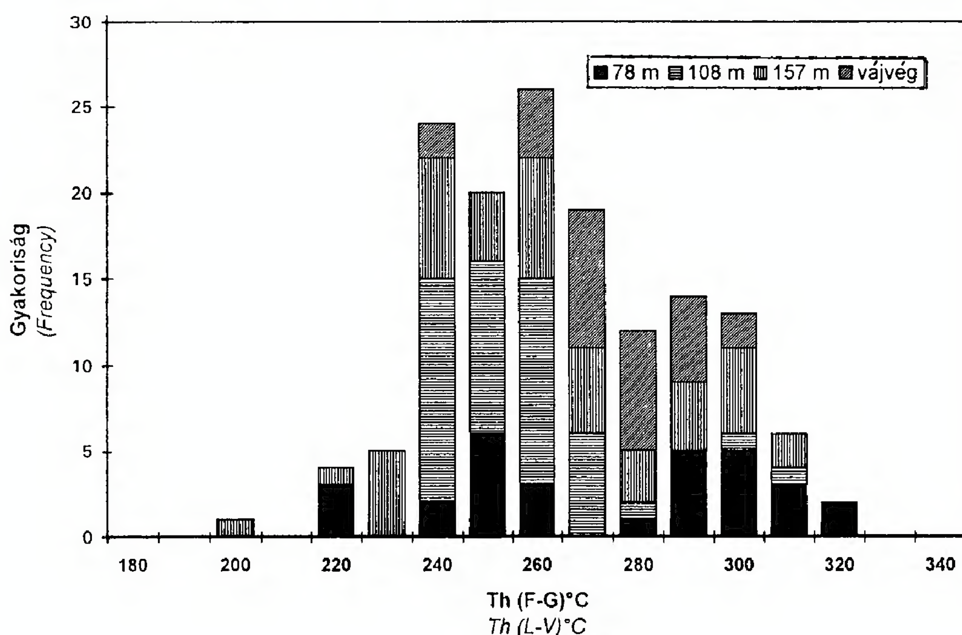
II.B. Két nem elegyedő folyadék + gáz fázisösszetételű zárványok. Ezek a zárványok minden sajátosságukban hasonlóak az I.B. típusú zárványokhoz, azzal a kivétellel, hogy a zárvány falát nem nedvesítő széndioxid-fázisban egy gázbuborék is megfigyelhető. Ez a gázfázis szobahőmérséklet felett, de 31,1 °C (a széndioxid kritikus hőmérséklete) alatt homogenizálódott, utalván arra, hogy a folyékony CO_2-vel szobahőmérsékleten egyensúlyban levő gázfázist tartalmaz.

A folyadékzárványok mikrotermometriai jellemzői

A folyadékzárványok mikrotermometriai vizsgálatát az 1., 2., 4., és 6. mintán (*I. táblázat*) végeztük. Az I.A. és II.A. típusú zárványok homogenizációs hőmérsékleti értékeinek eloszlását az *1. ábra* szemlélteti. A zárványok gázfázisa az összes vizsgált mintában 200 és 320 °C között homogenizálódott. A homogenizációs hőmérsékletek gyakorisági eloszlása azonban kétmaximumos jellegű. A leggyakoribb a 220–280 °C közötti homogenizációs hőmérséklet, míg a 280–320 °C között homogenizálódó zárványok kisebb gyakoriságúak.

Az I.A. és II.A. típusú zárványok megfagyasztása után keletkezett jégfázis olvadáspontjai is két hőmérsékleti intervallumban, -3,5 és -0,7 °C, továbbá -9,8 és -4,8 °C között szóródnak. A zárványok eutektikus olvadását csupán néhány esetben lehetett jól észlelni. A -20 és -30 °C közötti eutektikus olvadási hőmérsékletek arra utalnak, hogy a zárványok összetétele a NaCl–H_2O rendszerrel modellezhető. Ennek megfelelően a jégfázis-olvadáspontok 5,7–1,2 NaCl ekv.súly %, illetve 13,7–7,6 NaCl ekv.súly % oldatkoncentrációnak felelnek meg (BODNAR & VITYK 1994). A *2. ábra* alapján látható, hogy a különböző koncentrációjú zárványok mind a nagyobb, mind az alacsonyabb homogenizációs hőmérsékletű populációkban egyaránt előfordulnak.

Szintén kettősség figyelhető meg az I.B. és II.B. típusú folyadékzárványok széndioxid fázisainak homogenizációs hőmérsékletében (*3. ábra*). A vizsgált zárványokban egy alacsonyabb, és egy magasabb homogenizációs hőmérsékletű széndioxid fázis fordult elő. A tiszta széndioxid hármaspontja (azon hőmérséklet, melyen a széndioxid gáz, folyadék és szilárd halmazállapotban egyidőben lehet jelen) -56,6 °C. Az ennél némileg kisebb mérési eredmények (*3. ábra*) arra utalnak, hogy a széndioxid mellett kis mennyiségű metán, kénhidrogén, vagy nitrogén is jelen lehet a kérdéses zárványokban (BURRUSS 1981).

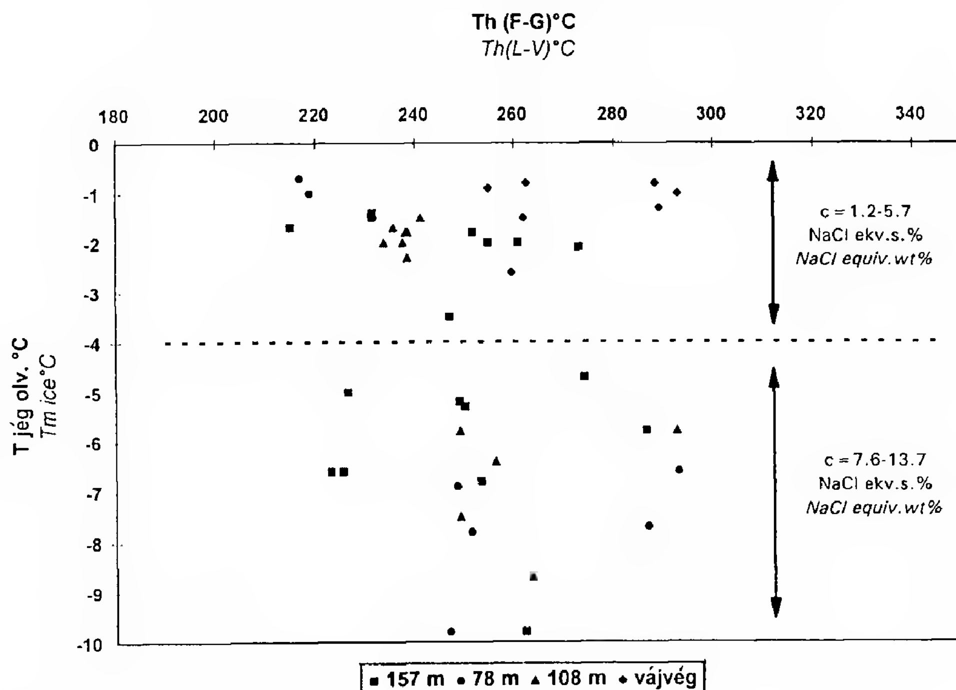


1. ábra. A folyadékzárványok homogenizációs hőmérsékleteinek (Th (F-G)) gyakorisági eloszlása a Retezi-lejtakna molibdenites ércesedésének egyes mintáiban. A kétmaximumos eloszlás arra utal, hogy a hidrotermás folyamatok több ütemben mentek végbe

Fig. 1. Frequency distribution diagram of homogenization temperatures (Th (L-V)) measured in fluid inclusions of samples from the molybdenite mineralization of the Retezi adit. The bimodal distribution of data suggests that the hydrothermal activity is characterised by more than one stage

A magasabb széndioxid homogenizációs hőmérséklettel jellemzett zárványokban a CO_2-nek mind gázfázisú, mind folyadékfázisú homogenizációja előfordult (3. *ábra*). A gázfázisú homogenizáció eseteiben a széndioxid fázis sűrűsége 0,26–0,3 g/cm^3, míg a folyadékfázisú homogenizáció esetén 0,66–0,73 g/cm^3 közötti. Az alacsony széndioxid homogenizációs hőmérsékletű zárványok nagy sűrűségű (0,9 g/cm^3) CO_2-fázist tartalmazanak.

A széndioxidos zárványokban az alacsony hőmérsékleten kivitelezett megfigyelések során rendszeresen észlelhetük a széndioxid-hidrát (CO_2-5,75H_2O) képződését is. A hidrát-fázisok olvadási hőmérsékletének értékei 3,8 és 11 °C között szóródnak (3. *ábra*). A széndioxid-hidrát olvadáspontja függ a széndioxid mellett befogódott sóoldat koncentrációjától, illetve a széndioxidhoz társult egyéb könnyenilló jelenlététől (COLLINS 1979; BURRUSS 1981). A tiszta széndioxid-hidrát olvadáspontja, amennyiben tiszta vízzel van egyensúlyban 10,1 °C. Ritkán ennél magasabb olvadáspont értékeket is tapasztaltunk (max. 11 °C), ami egyéb könnyenilló vegyület, pl. metán jelenlétére utal. Ez a megfigyelés összhangban van a széndioxid olvadáspontjának -56,6 °C-nál kisebb értékeivel (3. *ábra*). A hidrát olvadáspont értékei alapján a szobahőmérsékleten folyékony



2. *ábra.* A folyadékzárványokban meghatározott fagyáspontcsökkenés értékek (T jég) eloszlása a homogenizációs hőmérsékletek (Th (F-G)) függvényében. Az adatok eloszlása arra utal, hogy azonos hőmérsékleten különböző koncentrációjú fluidumok voltak jelen a Retezi-lejtakna hidrotermás ércesedésének kialakulása során

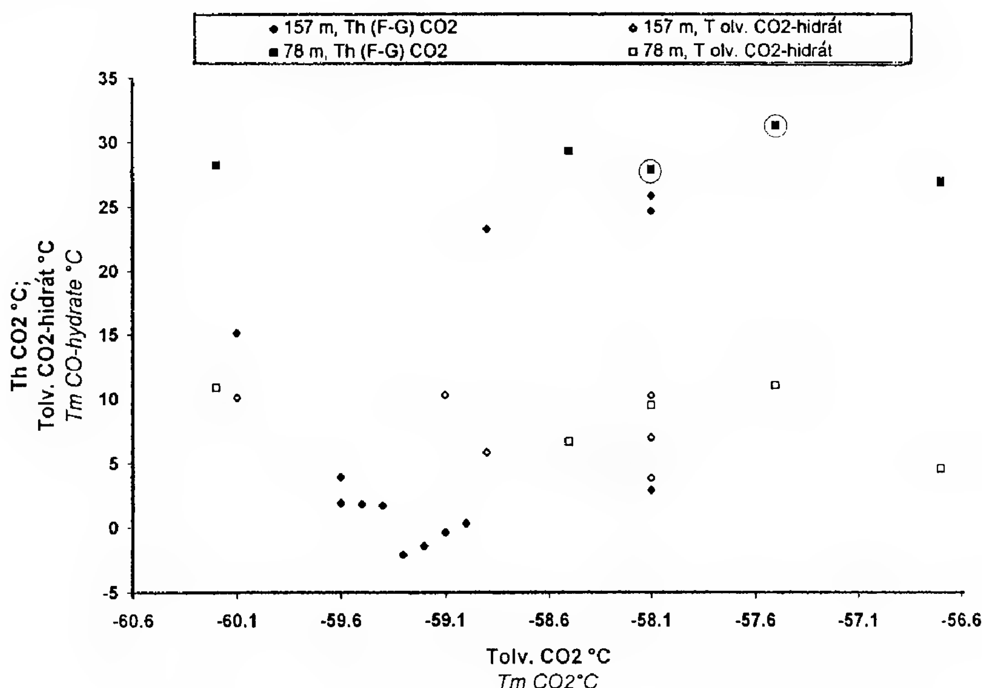
Fig. 2. Distribution of melting point depression data of fluid inclusions (Tm ice) as a function of homogenization temperatures (Th (L-V)). The distribution of data points suggests that fluids with different concentrations but similar temperatures were present in the hydrothermal system forming of the mineralization of the Retezi adit

széndioxid fázist tartalmazó zárványok sóoldata 0–9,7 NaCl ekv.súly% koncentrációjú. Az egyéb könnyenillő jelenléte miatt a valós koncentráció mintegy 1 NaCl ekv. súly%-nyi értékkel nagyobb lehet.

Néhány I.A. típusú zárvány esetében is észleltük a széndioxid-hidrát képződését a krioszkópos vizsgálatok során. A hidrát kis mennyisége miatt azonban a pontos olvadáspont értékeket nem lehetett ezen zárványokban meghatározni.

A széndioxidos zárványok teljes homogenizációját rendszerint nem sikerült elérni 350 °C-nál alacsonyabb hőmérsékleten. 350 °C körül a kérdéses zárványok egy részénél dekrepitációt (a zárvány felnyílását) észleltünk. Mivel a vizsgált minták pótolhatatlanok, ezért a dekrepitáció elkerülése végett magasabb hőmérséletű vizsgálatokat nem végeztünk. Két zárvány esetében azonban sikerült megfigyelni a dekrepitáció előtti teljes homogenizációt. Ezen zárványok egyike mintegy 90 tf.% CO_2-folyadékfázist tartalmazott szobahőmérsékleten és homogenizációja 280 °C-on, a sóoldat feloldódásával történt. Egyéb, 80–90 tf.% CO_2-folyadékfázist tartalmazó zárványok esetében a homogenizáció pontos hő-

mérsékletét nem lehetett rögzíteni, mivel a zárvány fala menti vékony folyadékfilm feloldódása az optikai jelenségek miatt nehezen észlelhető. Egy másik zárvány esetében a homogenizáció 304,5 °C-on ment végbe, a széndioxid fázis feloldódásával. Ez a zárvány szobahőmérsékleten 40 tf.% CO_2 folyadékfázist tartalmazott.



3. *ábra*. A Retezi-lejtakna 78. és 157. méteréből származó minták széndioxidos zárványainak mikrotermometriai adatai. Tolv. CO_2 - a szédioxid fázis olvadáspontja; Th CO_2 - a széndioxid fázis homogenizációs hőmérséklete; Tolv. CO_2-hidrát - a széndioxid-hidrát olvadáspontja. A -56,6 °C-nál kisebb Tolv. CO_2 adatok arra utalnak, hogy a zárványok kis mennyiségű metánt, kénhidrogént, vagy nitrogént is tartalmaznak. A Th CO_2 adatok kettős eloszlása azt mutatja, hogy a zárványok egy része alacsony sűrűségű széndioxid fázist tartalmaz (Tolv>14 °C). Ezen zárvány-generációban a széndioxid gázfázisú homogenizációját is észleltük (bekarikázott pontok). Az 5 °C-nál kisebb Th CO_2 adatok a széndioxid fázis nagy sűrűségére utalnak a zárványok másik populációjában

Fig. 3. Microthermometric data for carbon-dioxide bearing inclusions of the samples from the Retezi adit. Tm CO_2 - melting temperature of the carbon dioxide; Th CO_2 - homogenization temperature of the carbon-dioxide phase; Tm CO_2-hydrate - melting temperature of the carbon-dioxide-hydrate. Tm CO_2 data below -56.6C suggest, that these inclusions contain a minor amount of methane, hydrogen-sulfide or nitrogene in addition to the carbon-dioxide. The bimodal distribution of the Th CO_2 data shows that some inclusions contain low density carbon-dioxide phase (Th CO_2>14 °C). In this inclusion-generation, the homogenization of carbon dioxide into gas phase was also observed (circled marks). The Th CO_2 data below 5 °C in the other generation of inclusion suggest to high density carbon-dioxide phase of inclusions

Az eredmények értelmezése, következtetések

A folyadékzárványok homegenizációs hőmérséklete a befogódásuk minimális hőmérsékleteként értelmezhető. Ha a befogódás a zárványoldat telített gőznyomásánál nagyobb nyomáson történt, akkor a befogódási hőmérséklet a homogenizációs hőmérsékletnél lényegesen nagyobb is lehet.

A Retezi altáró mintaanyagán végzett megfigyeléseink rögzítették, hogy széndioxidban gazdag és széndioxidban szegény (különböző széndioxid/sóoldat fázisarányú) zárványok szingenetikus populációi fordulnak elő a kvarcban. A $NaCl$–CO_2–H_2O rendszer (BOWERS & HELGESON 1983) fázisviszonyai alapján megállapítható, hogy magas hőmérsékleten és nyomáson a széndioxid teljes mértékben oldódhat a vizes fázisban (ugyanakkor a sókoncentráció növekedése csökkenti a széndioxid oldhatóságát). A magas hőmérsékletű és nyomású, homogén fázisállapotú fluidum befogódása esetén a szingenetikus zárványok szobahőmérsékleten azonos térfogatszázalék széndioxidot tartalmaznak, és azonos módon (a folyadékfázis feloldódásával, illetve kisebb széndioxid tartalom esetén a széndioxid fázis feloldódásával) homogenizálódnak.

Ha a nyomás a hidrotermás fluidum telített gőznyomásának megfelelő, akkor a fluidum szükségképpen heterogén fázisállapotú, és a hidrotermás rendszerben egy kis sűrűségű (telített gőz, gáz, vagy a könnyenilló részt tartalmazó folyadék) és egy nagy sűrűségű (folyadék) fázis van jelen. A heterogén fázisviszonyokat a hidrotermás rendszerben képződő zárványok is tükrözik, mivel a fluidum kis sűrűségű és nagy sűrűségű fázisai külön-külön, de szingenetikusan befogódhatnak. A két zárványtípus szobahőmérsékleten tapasztalható fázisarányai egymástól eltérőek, és homogenizációjuk különböző módon, de azonos hőmérsékleten megy végbe.

A széndioxidban gazdag és széndioxidban szegény fázisok egy adott hidrotermás rendszeren belüli önálló, és egymással egyensúlyban történő előfordulására két, a lehetséges folyamatok szélső eseteit reprezentáló modellt állíthatunk fel:

A. Széndioxidban gazdag és széndioxidban szegény folyadékfázisok keveredése olyan hőmérséklet-, nyomás- és koncentráció-viszonyok között, melyek a széndioxidban gazdag fázis teljes feloldódását megakadályozzák.

B. A hőmérséklet és/vagy a nyomás csökkenésének következtében az eredetileg oldott állapotban lévő széndioxid szételegyedése (fázisszeparáció).

Mind az oldatkeveredés, mind a fázisszeparáció esetében széndioxidban gazdag, illetve ha a széndioxid nagy mennyiségben van jelen akkor vizes fázisban gazdag diszpergált cseppek jelennek meg a hidrotermás fluidumban. Ahogyan a hőmérséklet és nyomás dinamikusan változik, úgy az egyensúlyban lévő fázisok összetétele is folytonosan változik (a szételegyedett fázisok további szeparáción mennek keresztül a hőmérséklet és a nyomás folyamatos csökkenése során). Ennek megfelelően a széndioxidban gazdag fázis sűrűsége és NaCl-tartalma is folyamatosan változik.

A zárványok képződésekor azonban inhomogén befogódás is történhet, azaz a széndioxidban gazdag fázis mellett a vizes fázis egy kis része is csapdázódhat.

Inhomogén befogódás esetén a zárvány szobahőmérsékleten tapasztalható fázisviszonya már a hidrotermás rendszer egyik fázisának sem tükrözi az összetételét. Az ilyen zárványokat a szételegyedett fluidfázis szélső tagjait képviselőkhöz kepest (a homogén folyadékfázist befogott zárványokhoz képest) magasabb homogenizációs hőmérséklet, illetve a homogenizáció előtti dekrepitáció jellemzi.

A Retezi-lejtakna mintaanyagán végzett vizsgálataink során sikerült azonosítani lényegében azonos homogenizációs hőmérsékletű, de eltérő koncentrációjú sóoldatos zárványok és különböző széndioxid/sóoldat fázisarányú, különböző sűrűségű széndioxid-fázist tartalmazó zárványok szingenetikus populációit. A széndioxidos zárványok különböző módon, de lényegében azonos hőmérsékleten történő homogenizációját is észleltük. Mindez azt valószínűsíti, hogy a fentiekben vázolt modelleknek megfelelően, az ércesedés kialakulásakor a széndioxid-tartalmú hidrotermás fluidumokban a hőmérséklet–nyomás csökkenése során fázisszeparáció, vagy két különböző széndioxid-tartalmú fluidum keveredése közetkezett be.

Heterogén fázisösszetételű hidrotermás rendszerben a zárványok bezáródási hőmérséklete a homogenizációs hőmérséklettel egyenlő, és a bezáródási nyomás a zárvány összetételi adatainak ismeretében a homogenizációs hőmérsékletre számítható nyomással egyenlő (ROEDDER 1984). Ez azért igaz, mivel a heterogén fázisállapotú hidroterma esetében a szételegyedett fluidumokat homogén módon befogott zárványok fázisgörbéi egymást a homogenizációs hőmérsékletnek megfelelő pontban metszik a hőmérséklet–nyomás koordináta rendszerben. Ez a pont másrészt a homogén fluidfázisokat befogott zárványok izochorjainak[1] metszéspontja is. A lehetséges inhomogén befogódás miatt a kérdéses zárványpopuláció azon zárványainak adatait kell figyelembe venni, melyek a széndioxid/sóoldat arány tekintetében szélső értékeket mutatnak (jelen esetben 40 és 90 tf.% széndioxid) és azonos hőmérsékleten, de eltérő módon homogenizálódnak (DIAMOND 1994).

Az Retezi-lejtakna mintáinak eltérő módon homogenizálódó széndioxidos zárványai esetében a befogódási nyomás 1650–2400 bar közöttinek adódik (a számítsához a FLINCOR program BOWERS & HELGESON (1983) egyenleteit felhasználó szubrutinját használtuk fel a következő adatokkal: homogenizációs hőmérséklet = 280 és 304 °C, széndioxid/sóoldat fázisarány=0,9 és 0,4, a vizes fázis sókoncentrációja 0–9,8 NaCl ekv. súly%). A két szélső tagot képviselő, és feltehetően homogén fázisokat befogott zárványoktól eltérő fázisarányú és dekrepitáció előtt nem homogenizálódó széndioxidos zárványok inhomogén befogódás során képződtek.

Ha abból indulunk ki, hogy mind a nagy, mind a kicsi széndioxid/sóoldat fázisarányú zárványok inhomogén befogódás során képződtek, akkor a fenti nyomásadatok a valós értékeket túlbecsülik. Ha feltételezzük, hogy az összes széndioxidos zárvány az inhomogén befogódás fázisviszonyait tükrözi, akkor

———

1 a homogén zárványfluidum zárványon belüli nyomásának hőmérsékletfüggését leíró görbe

a hidrotermás rendszer két szételegyedett fluidumát az I.A. es II.A. típusú zárványok sóoldatának összetételével és az I.B. és II.B. típusú zárványok széndioxidos fázisának összetételével modellezhetjük. Ekkor az ezen összetételeknek megfelelő izochorok metszése alapján 1,0–1,2 kbar nyomást és 300–400 °C hőmérsékletet határozhatunk meg (MOLNÁR 1996). Mivel magas hőmérsékleten és nyomáson a széndioxidos fázis bizonyos mennyiségű sóoldatot, illetve a sóoldatos fázis bizonyos mennyiségű széndioxidot mindenképpen felold, és ezek az oldott komponenesek az izochorok meredekségét növelik, ezért a fenti közelítéssel meghatározott hőmérsékletet a valós értékek maximumának, míg a nyomást a valós értékek minimumának kell tekinteni.

A zárványszöveti megfigyelések alapján a széndioxidos zárványok esetenként az alacsony homogenizációs hőmérsékletű sóoldatos zárványokhoz társulnak. Ezen sóoldatos zárványok némelyike kis mennyiségű széndioxidot is tartalmaz, melyet a széndioxid-hidrát alacsony hőmérsékleten tapasztalt képződése bizonyít. A sóoldatos zárványok azonban lényegében széndioxid-mentesek, ami arra utal, hogy befogódásuk túlnyomó részt a széndioxidnak a nyomás-hőmérséklet csökkenése közetkeztében a nyomáslejtő irányában végbement eltávozása után következett be. Az alacsony hőmérsékletű zárványok esetében 300 °C körüli befogódási hőmérsékletre 1,0–1,2 kbar befogódási nyomás számítható (homogenizációs hőmérséklet = 220–230 °C, sókoncentráció = 3–9 NaCl ekv. súly %; a FLINCOR program ZHANG & FRANTZ (1987) egyenleteit felhasználó szubrutinja alapján). Az *1. ábrán* látható, 280 °C feletti homogenizációs hőmérsékletű zárványpopulációhoz széndioxidos zárványok nem társulnak, illetve ezen zárványokban a széndioxid jelenlétét mikrotermometriai úton kimutatni nem lehetett. 1650–2400 bar nyomásra 400–500 °C közötti befogódási hőmérsékletek számíthatók (homogenizációs hőmérséklet = 280–320 °C, sókoncentráció = 3–9 NaCl ekv. súly %; a FLINCOR program ZHANG & FRANTZ (1987) egyenleteit felhasználó szubrutinja alapján).

Összességében a Retezi-lejtakna molibdenites ércesedésében a magas hőmérsékletű fázist követően a széndioxid-tartalom feldúsulása, majd a nyomás csökkenésével a fluidumok kigázosodása és a szételegyedett fluidfázisok összetételének dinamikus változása körvonalazható. A kigázosodási folyamatot feltehetően a litosztatikus nyomásviszonyokból a hidrosztatikus nyomásviszonyokba történő átmenet nyomáscsökkenése indukálta (1,6–2,4 kbar nyomás 2,6 g/cm^3 kőzetsűrűség mellett 6,3–9,4 km-es mélységnek felel meg, ami hidrosztatikus viszonyok között, 1 g/cm^3 oldatsűrűség mellett 0,6–0,9 kbar nyomást jelent).

A Velencei-hegység gránitintrúziójának kristályosodása 520–700 °C között, mintegy 2 kbar nyomáson zárult (BUDA 1985). A geobarometriai vizsgálatok alapján a pegmatitok kristályosodása 1,3–2,3 kbar nyomáson 400–520 °C között ment végbe (MOLNÁR et al. 1995; MOLNÁR 1996). JANTSKY (1957) megfigyelései szerint a molibdenit a pegmatitokban is otthonos ásvány, így nem meglepő, hogy a Retezi-lejtakna kvarc–molibdenit stockwerk ércesedésében is hasonló nyomás- és hőmérsékleti adatokat kaptunk a folyadékzárvány vizsgálatok alapján. A kvarc–molibdenites ércesedésben kimutatott többütemű hidrotermás te-

vékenység összhangban van az ásványtani megfigyelésekkel is, melyek szerint a molibdenites paragenezist egy fakóérces–polimetallikus ércesedés követte. Figyelemre méltó azonban az, hogy a Velencei-hegység hidrotermás ércesedései közül egyedül a Retezi-lejtakna molibdenites kvarcerezéseiben azonosítottunk széndioxidban gazdag folyadékzárványokat (MOLNÁR 1996).

A Velencei-hegység eocén korú ércesedésein végzett zárványvizsgálatok mind a szubvulkáni szintű, mind a felszínközeli epitermás zónákban a hidrotermás fluidumok kisnyomású (maximum 280 bar) felforrását bizonyították. Ezen túlmenően a szubvulkáni szintű, Cu-porfíros jellegű, stockwerkes-hintett formában megjelenő ércesedésre (Pd-2. sz. fúrás alsó szakasza, ahol egyébként a molibdenit megjelenését várhatnánk) a nagy szalinitású (>50 NaCl ekv. súly%) zárványok jelenléte is jellemző. Hasonló zárványok fordulnak elő a gránittesten belüli, de az eocén magmatizmushoz köthető ércesedéseken belül is (a Meleghegy enargitos zónája és a Sukoró-környéki fúrások kalkopirites breccsái; MOLNÁR 1996).

Konklúziók

A Retezi-lejtakna ércesedéséből SZTRÓKAY KÁLMÁN Imre és KISS János professzorok által gyűjtött, az ELTE TTK Ásványtani Tanszékén fennmaradt múzeumi kézipéldányokon végzett ércmikroszkópos vizsgálataink alapján egy molibdenit-pirit-pirrhotin-szfalerit-galenit és egy fakóérc-pirit-galenit-szfalerit-kalkopirit-markazit-(ezüst-tellurid) ásványparagenezist azonosítottunk. A többütemű hidrotermás folyamat 500 és 300 °C között ment végbe. A hidrotermás működés egyes szakaszaiban a fluidumok fázisszeparáció, vagy oldatkeveredés révén széndioxidban dúsultak. A Velencei-hegység egyéb ércesedésein végzett vizsgálataink szerint egyedül a kvarc–molibdenites ércesedés folyadékzárványaiban mutatható ki jelentős mennyiségű széndioxid. A széndioxidos zárványok jelenléte nagynyomású hidrotermás folyamatokra utal. Mivel az eocén magmatizmus ércesedéseire más típusú folyadékzárványok és alacsony nyomású felforrás jellemző, ezért az eredmények alapján arra következtethetünk, hogy a Retezi-lejtakna ércesedése a gránitintrúzió posztmagmás folyamatai során képződött.

Köszönetnyilvánítás

A szerző ezúton is köszönetet mond Dr. KISS Jánosnak (ny. egyetemi tanár, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Ásványtani Tanszék) a téma kidolgozása során nyújtott támogató észrevételeiért. Szintén köszönet illeti Dr. WEISZBURG Tamást (tudományos főmunkatárs, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Ásványtani Tanszék) és Dr. PAPP Gábort (muzeológus, Magyar Természettudományi Múzeum) az Eötvös Loránd Tudományegyetem Ásványtani Tanszékének gyűjteményében fellelhető mintaanyag átadásáért. A mikroszondás analízisek el-

végzése KOVÁCS Árpád (Miskolci Egyetem, Fémtani Tanszék) érdeme. A folyadékzárvány-vizsgálatok egy része a Művelődési Minisztérium és a Carleton Egyetem (Ottawa) által támogatott ösztöndíjas tanulmányút során készült. Külön köszönet illeti David H. WATKINSON professzort (Carleton University, Department of Earth Sciences) a vizsgálatok végzése során tanúsított támogatásáért. Az elvégzett munka a szerző OTKA F 007597 sz. pályázata által támogatott kutatások részét képezi.

Irodalom – References

BODNAR, R.J., VITYK, M.O. 1994: Interpretation of microthermometric data for H_2O-NaCl fluid inclusions. – *In*: DE VIVO, B., FREZOTTI, M.L. (Eds.) Fluid inclusions in minerals: Methods and applications. Short course of the working group (IMA) "Inclusions in Minerals", 117–130.

BÖJTÖSNÉ VARRÓK K. 1965: A palaköpeny hidrotermális ércesedése a Velencei-hegység K-i részén. (Hidrothermal ore mineralization in the schist mantle of the Velence Mts., Transdanubia, Hungary). – *MÁFI Évi Jel. 1965. évről*, 499–504 (in Hungarian with English abstract).

BOWERS T.S., HELGESON H.C. 1983: Calculation of the thermodynamic and geochemical consequences of nonideal mixing in the system H_2O-CO_2-NaCl on phase relations in geologic systems: Equation of state for H_2O-CO_2-NaCl fluids at high pressures and temperatures. – *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **47**, 1247–1276.

BROWN P.E. 1989: FLINCOR: a microcomputer program for the reduction and investigation of fluid inclusion data. – *American Mineralogist*, **74**, 1390–1393.

BUDA Gy. 1985: Variszkuszi korú kollíziós granitoidok képződése Magyarország, Ny-Kárpátok és a Központi Cseh (Bohémiai) Masszívum granitoidjainak példáján. (Origin of collision-type Variscan granitoids in Hungary, West Carpathians and Central Bohemian Pluton). – Kandidátusi Értekezés, Kézirat (Unpublished PhD Theses).

BURRUSS R. 1981: Analysis of phase equilibria in C-O-H-S fluid inclusions. – *Miner. Assoc. Canada Short Course Handbook* **6**, 39–74.

COLLINS, P.L.F. 1979: Gas hydrates in CO_2-bearing fluid inclusions and the use of freezing data for estimation of salinity. – *Economic Geology*, **74**, 1435–1444.

DIAMOND, L.W. 1994: Introduction to phase relations of CO_2–H_2O fluid inclusions. – *In:* DE VIVO, B., FREZOTTI, M.L. (Eds.): Fluid inclusions in minerals: Methods and applications: Short Course of the Working Group (IMA) "Inclusions in Minerals", September 1–4, Pontignano-Siena, 131–158.

ERDÉLYI, J. 1955: Beitrage zur mineralogischen Kenntnis des Gebirges von Velence. – *Acta Min. Petr. Szeged*, **8.**, 1–11.

FÖLDVÁRI A. 1947: A molibdén velencei-hegységi előfordulásának teleptani viszonyai. – *MÁFI Évi Jel. B.* Beszámoló a vitaülésekről. IX. kötet, 39–52.

HORVÁTH I., ÓDOR L., Ó. KOVÁCS L. 1989: A velencei-hegységi gránit metallogéniai sajátosságai (Metallogenic features of the Velence Mts. granitoids). – *MÁFI Évi Jel. 1987-ről*, 349–365 (in Hungarian with English abstract).

JANTSKY B. 1957: A Velencei-hegység földtana. – *Geologica Hungarica Ser. Geologica*, **10.** 170 p. (in Hungarian with French and Russian abstracts).

KISS J. 1954: Szabadbattyáni andezit és ércgenetikai jelentősége (Andesite from Szabadbattyán and its importance concerning the genesis of ores). – *Földtani Közlöny* **84.**, 183–189.

MOLNÁR F., TÖRÖK K., JONES, P. 1995: Crystallization conditions of pegmatites from the Velence Mts., Western Hungary, on the basis of thermobarometric studies. – *Acta Geol. Hung.*, **38/1**, 57–80.

MOLNÁR, F. 1996: Fluid inclusion characteristics of Variscan and Alpine metallogeny of the Velence Mts., W-Hungary. In: POPOV, P. (Ed.): Plate tectonic aspects of the metallogeny in the Carpat-

ho-Balkan Region. Proceedings of the Annual Meeting, Sofia, 1996. UNESCO-IGCP Project No. **356,** Vol. **2.,** 29–44.

NAGY B. 1980: Adatok a velencei-hegységi és a szabadbattyáni ércesedések és ércindikációk ásványparageneziséhez és geokémiájához. – *MÁFI Évi Jel. 1978-ról,* 263–289.

ÓDOR L, DUDKÓ A., GYALOG L., 1982: A Velencei hegység északkeleti részének metallometriai értékelése (Metallometric evaluation of the NE Velence Mts., W-Hungary). – *MÁFI Évi Jel. 1980-ról,* 211–228 (in Hungarian with English abstract).

ROEDDER, E. 1984: Fluid inclusions. – *Reviews in Mineralogy* **12.,** 644 p.

SCHAFARZIK F. 1908: Ásványtani közlemények. – *Földtani Közlöny* **38.,** 590–592.

A kézirat beérkezett: 1995. 07. 27.

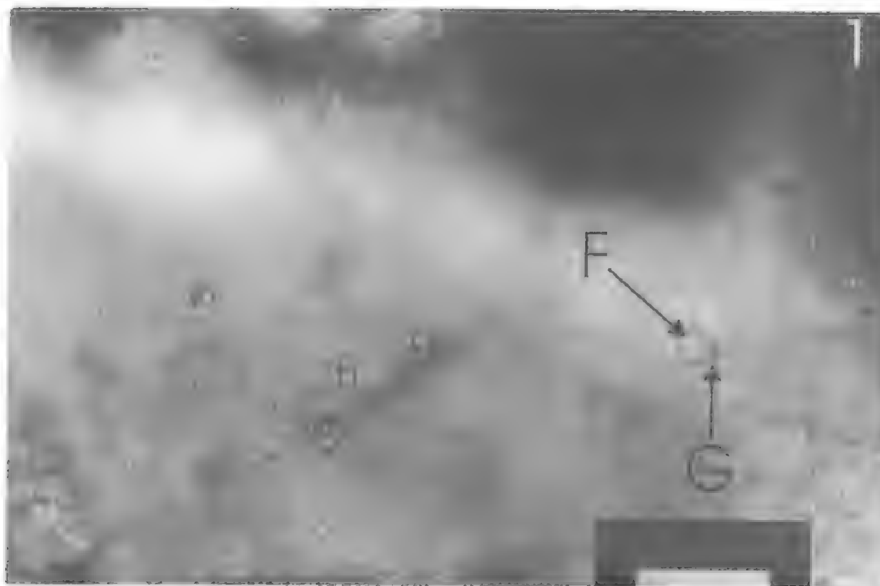
Táblamagyarázat – Explanation of plate

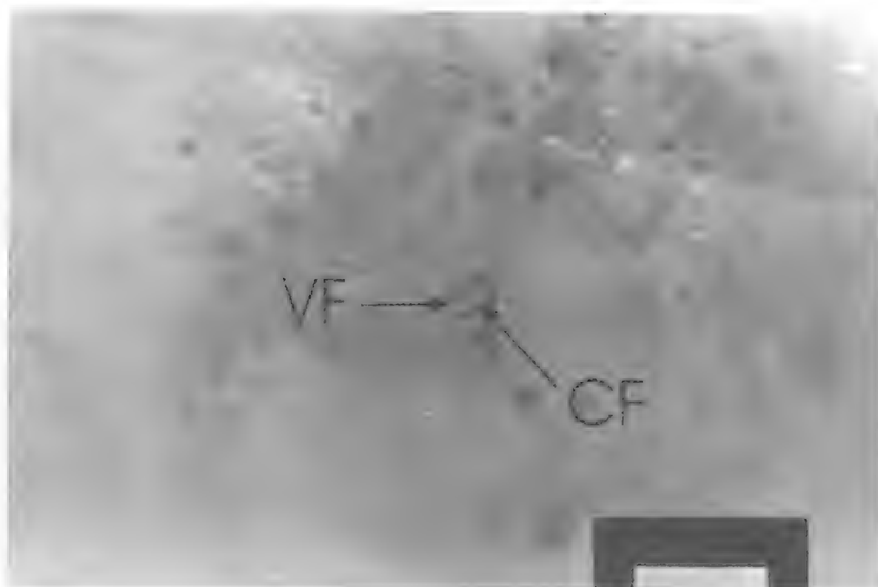
I tábla – Plate I.

1. I.A típusú folyadékzárványok kvarcban. F – folyadék; G – gáz. A mértékegység nagysága 50 μm.
   I.A. type fluid inclusions in quartz. F – liquid; G – vapor. Length of scale bar is 50 μm.

2. I.B. típusú (CO_2-tartalmú) folyadékzárvány kvarcban. A zárvány fala mentén vékony folyadékfilmként látható a sóoldatos fázis (VF). A széndioxidos folyadékfázis (CF) a zárvány térfogatának mintegy 90%-át alkotja. A mértékegység nagysága 50 μm.
   I.B. type (CO_2-bearing) fluid inclusions in quartz. The aqueous phase forms a thin film along the inclusion wall and the liquid carbon-dioxide phase (CF) occupies approx. 90% of the inclusion volume. Length of scale bar is 50 μm

I. tábla – Plate I.





Földtani Közlöny 127/1–2, 19–83 (1997) Budapest

Víztartó rendszerek sérülékenységi vizsgálata a dunántúli-középhegységi főkarsztvíztároló rendszer (DNy-i rész) példáján

Vulnerability assessment of aquifer systems with the example of main karst reservoir in the SW-Transdanubian Central Range

MÁDLNÉ SZŐNYI Judit[1]

(10 ábra, 4 táblázat és 10 térkép)

Key words: groundwater reservoir, general vulnerability assessment, sensitivity of karst Transdanubian Central Range, main karst reservoir

Tárgyszavak: felszín alatti víztartó rendszer, általános sérülékenység, karsztérzékenység, Dunántúli-középhegység, főkarsztvíztároló

Abstract

The growing utilization of groundwaters is limited, among others, by the deterioration of water quality. The study deals with the vulnerability assessment for groundwater protection. The discussed assessing conception has been developed for predicting the interactions between contaminants and aquifers, in order to prevent deteriorations. Problems related to early concepts of vulnerability are as follows: the goals of the assessment, the interpretation of the meaning of vulnerability, the procedure of assessment and the applicability of results of the assessments. These problems can be remediated on border, system-approach. Sensitivity of any given environmental system depends on the ability of the system to compensate human activities. Vulnerability of the same system depends on its interactions with the neighbouring systems, over its own sensitivity. The correct application of sensitivity and vulnerability ideas requires to define the examined system (object of examination) and the human activity (active component of examination). Besides groundwaters, vulnerability assessment can be extended to cover other systems of the lithosphere (for example soil) and other hazards too (for example irrigation, water withdrawal). Due to the above-mentioned interpretation, the process of vulnerability assessment cannot be schematized. The procedure is always influenced by the goals, object, active component and the existent database of the assessment. During the execution of vulnerability assessment, the interpretation of vulnerability for a chosen object, the real human activity and the selection of vulnerability have priority. The first step of the assessment is to give the frames i.e. the spatial and time limits of the exercise. The next step is the analysis of vulnerability factors by empirical or numerical methods. There is no standard method for doing that. The result of the vulnerability assessment is the differentation of elementary units of the ground surface on the basis of the vulnerability of the examined aquifer systems. A vulnerability assessment is justified when its results be utilized by authorities responsible for the management of the environment and the water supply regarded. Besides direct protection of

[1] ELTE TTK Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék, H-1088 Budapest, Múzeum krt. 4/a.

A Szerkesztőbizottság az olvasó szíves elnézését kéri, hogy kivételesen – tartalmi értékei miatt – hozzájárult a dolgozat közléséhez, annak ellenére, hogy az ábrák nem minden tekintetben felelnek meg a nyomdai követelményeknek.

waters, groundwater vulnerability assessment has to help in the optimization of environmental-management. Conclusions of assessment can be fed back into the basic conception, which is the driving force of developing terms and approaches for the next case study. The experiences thus gained is also useful when developing environmental databases. With the example of the main karst reservoir in the SW Transdanubian Central Range the specialities of karst sensitivity, the general vulnerability assessment, and vulnerability interpretation of geological informations are displayed in the paper.

Manuscript received: 25. 08. 1995

Összefoglalás

A felszín alatti vizek kiemelt jelentőségűek hazánk, és a világ számos országának vízellátásában. Hasznosításukat egyre jobban megnehezíti emberi okokra visszavezethető elszennyeződésük. A tanulmány a felszín alatti vizek védelmére alkalmazható sérülékenységi becsléssel foglalkozik. A tárgyalt becslési koncepció – a károsodások megelőzése érdekében – a szennyezők és a víztartók várható kölcsönhatásainak előrejelzését szolgálja. A korai sérülékenységi becslésekkel kapcsolatos problémák a vizsgálat céljának, a fogalom értelmezésének, a becslés folyamatának és az eredmények gyakorlati alkalmazásainak tisztázatlansága, mint fő kérdéscsoportok köré összpontosíthatók. A felszín alatti vizek értékelésével kapcsolatos gondok megoldását is csak a sérülékenység korábbiaknál tágabb, rendszerszemléletű kezelése segítheti elő. Ezen értelmezés szerint az érzékenység egy természeti rendszer konkrét antropogén hatással szembeni, a hatást megelőző állapot visszaállítását szolgáló kompenzációs mechanizmusait szabályozó képességeinek összesége. Ugyanezen rendszer sebezhetősége – érzékenységén túlmenően – a szomszédos rendszerekkel fennálló kapcsolatainak is függvénye. Mindezek alapján az érzékenység és sérülékenység fogalmak korrekt használatánál pontosan meg kell határozni a vizsgálandó rendszert (a vizsgálat tárgyát) és a környezetet potenciálisan terhelő emberi tevékenységet (a vizsgálat hatótényezőjét). A rendszerelméleti értelmezés szerint a sérülékenységi becslés a felszín alatti vizeken túl kiterjeszthető a litoszférával összefüggő egyéb természeti rendszerekre (pl. talaj) és a szennyezőkön kívül más emberi beavatkozásokra (pl. öntözés, vízkivétel) is. A föntiekből következően a sérülékenységi becslés folyamata nem sematizálható. A becslés célja, tárgya és hatótényezője, továbbá a vizsgált területről rendelkezésre álló adatháttér befolyásolják a folyamatot. A becslés kivitelezése során először a sérülékenységet a vizsgálat tárgyára és hatótényezőjére kell értelmezni, majd a vizsgálat szempontjainak meghatározása következik. A tényleges vizsgálat a térbeli, időbeli keretek megállapításával kezdődik és az emberi hatás kompenzációját befolyásoló tényezők elemzésével folytatódik. A tényezők sérülékenységre gyakorolt hatásának minősítése numerikus és empirikus módszerekkel történhet. A becslés közvetlen eredménye a felszín területelemeinek differenciálása a vizsgált környezeti elem sérülékenysége alapján. A vizsgálat elvégzésének a becslés eredményén alapuló környezet- és vízgazdálkodási intézkedések adnak értelmet. A becslés a közvetlen felszín alatti vízvédelmi célokon túl a környezeti elemekkel való optimális gazdálkodást szolgálja. Ugyanakkor a gyakorlati feladatok tapasztalatainak elméletbe való visszaültetése a becslési folyamat hatékonyságának javulását is szolgálja. Ez előmozdítja az érzékenység, a sérülékenység fogalmak és megközelítések fejlődését. A becslésekből nyerhető tapasztalatok hasznosíthatók a környezetföldtani, vízvédelmi adatbázis fejlesztésnél is. A dolgozat a dunántúli-középhegységi főkarsztvíztároló rendszer (DNy-i részének) esettanulmányán keresztül bemutatja a karsztos víztartók érzékenységi sajátosságait, szemlélteti az általános sérülékenységet befolyásoló tényezőket, továbbá példákkal szolgál a földtani alapinformációk sérülékenységi interpretálására.

Bevezetés, előzmények

"A tanult elme megelégszik azzal a pontossággal, amelyet az adott téma természete lehetővé tesz, nem keres ott is abszolút bizonyosságot, ahol a valóságnak csak közelítése lehetséges."

Arisztotelesz

A víztartók érzékenységi, sérülékenységi vizsgálata – mint felszín alatti vízvédelmi lehetőség – az 1960-as évek végén, a 70-es évek elején merült fel először a szakirodalomban (VRÁNA 1968 in VRÁNA 1977; WALKER 1969; ALBINET 1970). A koncepció a felszín alatti vízminőség károsodásának megelőzése érdekében jött létre. A köznyelvből többféle vonatkozásban ismert érzékenység, sérülékenység kifejezések sajnálatos módon korrekt természettudományos igényű definíció nélkül terjedtek el, és használatosak ma is a vízvédelemben.

A szennyezési esetek számának fokozódása révén világossá vált, hogy a vízbázisok körül hosszú ideje használt védőövezetek önmagukban elégtelennek bizonyulnak a vízminőség tartós fenntartásához. Számításba véve a mélységi vizek szennyeződésének "rejtettségét és tartósságát", továbbá azt, hogy az eddig bekövetkezett károsodás a felszín közelében lévő, leggazdaságosabban kinyerhető ivóvízkészleteket érintette, a leghatékonyabb védekezés a megelőzés. Különösen igaz ez hazánkban, ahol az ivóvízellátás közel 90%-ban felszín alatti vizeken alapul. Szükségessé vált a vízbázisokra korlátozódó védelmen túl, a víztároló rendszerek átfogó megóvása, azaz e két megközelítés összekapcsolása. Ugyanakkor a víztartó rendszerek utánpótlódási területeinek teljeskörű védelem alá helyezése sem jelenthetett megoldást, hiszen hatalmas területeket vont volna ki a területhasználat alól. Megoldásként kínálkozott a víztartók sérülékenységi becslésén alapuló védelem bevezetése, melynek lényege a szennyezők és a víztartó rendszerek várható kölcsönhatásainak értékelése, a védelem minősítése és megtervezése. A becslés, a felszínen lehatárolható területelemekre minősíti a környezet hatékonyságát a felszín alatti vizek szennyezők elleni védelmében.

Az új eljárás a hazai szakirodalomban alig néhány évvel később, KASSAI & SOÓSNÉ (1977, 1978) révén szennyeződés-érzékenységi térképezésként bukkant föl. A közlekedési lámpa elven működő térképek kéziratos formában, 1:100 000-es léptékben az ország egész területére elkészültek, ugyanakkor az alkalmazásukkal kapcsolatos nehézségek is korán felszínre kerültek. A helyzet nemzetközileg sem volt más. Európa és Észak-Amerika csaknem minden államában készültek sérülékenységi értékelések. A fogalmak szerzőnként, országonként eltérő értelmezése, a sérülékenység elvi alapjainak tisztázatlansága az eredmények megbízható felhasználásának gátjává vált és a módszerek további fejlődését is akadályozta. Mi az, ami mindezek ellenére bizonyosságnak tekinthető a sérülékenységgel összefüggésben?

A víztartók sérülékenységi, érzékenységi értékelése nem egyfajta térképkészítési, szempontszelekciós technika, hanem a környezetvédelem új fogalmai és minősítési módszerei, amelyek megfelelő alkalmazása elméleti megalapozást

igényel. Ennek felismerése – a szakirodalom tükrében – nemzetközi szinten is sokáig tartott. Az amerikai National Research Council – a témakört elsőként összegző – tanulmányának megjelenéséig, 1993-ig egyetlen publikált tanulmány szerzői sem vállalkoztak az elvi kérdések, a fogalomhasználat, metodika áttekintő elemzésre.

A sérülékenységi becslések másik bizonyossága, maga a bizonytalanság. A felszín alatti víztartók érzékenységi, sérülékenységi értékelése során bizonytalanságot előidéző tényezők egész sorával kell számolni, melyek ismereteink adott szintjén nem küszöbölhetők ki. Azaz a bizonytalanság az érzékenységi, sérülékenységi minősítések természetes velejárója, amelyről a felhasználóknak feltétlenül tudniuk kell.

Mindezeket belátva tanulmányom célkitűzéseit az alábbiakban fogalmaztam meg:

1. A sérülékenység szakirodalmi áttekintése és értékelése.
2. Az irodalmi tapasztalatok alapján a sérülékenység környezetgazdálkodási célokat szolgáló rendszerszemléletű felfogásának bemutatása.
3. A sérülékenység becslése a dunántúli-középhegységi főkarsztvíztároló rendszer DNy-i részére vonatkozóan, az elvek gyakorlati alkalmazásának szemléltetésére.

Irodalmi értékelés

Fogalomhasználat

A sérülékenység fogalom széleskörű elterjedése az 1980-as évekre tehető (HAERTLE 1983; BACHMAT & COLLIN 1987). A definíciók a felszín alatti környezet szennyező-hígításban betöltött hatékonyságának kereteit és szempontjait rögzítik.

Az *I. táblázatban* összefoglaltam a sérülékenység, valamint a hozzá kapcsolódó legfontosabb fogalmak meghatározásait. Az 1–13. definíciók a vízzel együtt mozgó, ún. "általános szennyezővel" szemben értelmezett érzékenységre, sérülékenységre, valamint a belőlük levezetett veszélyeztetettségre vonatkoznak. A 14–16. definíciók a vízadók védettségével, a 17–22. meghatározások a specifikus érzékenységgel, sérülélkenységgel kapcsolatosak.

A sérülékenység következetes definiálására elsőként FOSTER (1987) (*I. táblázat*-2.) tett kísérletet (FOSTER & SKINNER 1995). A víztartó sérülékenységet a víztartónak és környezetének a szennyező terheléssel szembehelyezkedő tulajdonságaiként fogja fel. Ezeket a tulajdonságokat részben független hidraulikai és fiziko-kémiai komponensekre osztja. A hidraulikai összetevő alatt a telített zóna mobilis szennyezők behatolásával szembeni hozzáférhetőségét érti. A fiziko-kémiai komponenst a víztartót fedő képződmények szennyező hígító képessége függvényeként értelmezi. Később a definíciót FOSTER & HIRATA (1988), valamint ADAMS & FOSTER (1992) is átvette. Ez képezte a bázisát az N.R.A. (1992) (*I. táblázat*-4.) meghatározásának is.

A 9. és 10. meghatározások (*I. táblázat*) közös sajátossága, hogy az érzékenységet, sérülékenységet kizárólag geológiai tulajdonságokból származtatják. A kőzetérzékenységet a felszín közeli képződményekre vonatkoztatják és a kőzetek szennyező-visszatartó, -kiszűrő tulajdonságát értik rajta a

szerkezet és az összetétel függvényében. (KNEIFEL, 1984). Mindezekből következően ez a fogalom elvben független a felszín alatti vízvédelemtől.

ALFÖLDI (1994) (*I. táblázat-12.*) felhívja a figyelmet a vízadók érzékenysége (sensitivity) és sérülékenysége (vulnerability) fogalmak különbözőségére. Míg az előbbi kifejezés a vízadó, mint kőzettípus jellemzője, a sérülékenység vagy sebezhetőség a vízadó rendszer térbeli sajátossága.

A felszíni érzékenység a víztartó érzékenység speciális esete, amikor azt a felszínhez legközelebb eső víztartóra értelmezik (KASSAI & SOÓSNÉ 1977, 1978).

A környezet-érzékenység a magyar szaknyelvben korábban elterjedt, de valójában nem definiált szóhasználat. BÓGINÉ KÖVESDI et al. (1991) a felszín alatti vizek környezetérzékenységi jellemzői alatt az "érzékenységet meghatározó környezeti tényezőket" érti.

Az amerikai szakirodalomban a sérülékenység szinonímájaként a potenciális szennyezhetőséget (pollution potential) használják (WALKER 1969; ALLER et al. 1985).

A vízügyi gyakorlatban a sérülékenység helyett elterjedt a víztartók védettsége, védtelensége fogalomkör (ALFÖLDI & FEKETE 1984; ZEKSTER et al. 1995; RASMUSSEN & HENRIKSEN 1995; LARSEN 1995) (*I. táblázat-14, 15, 16*). A kifejezés a vízvédelmi céloknak megfelelően a hidrogeológiai rendszer védő tulajdonságait hangsúlyozza (RASMUSSEN & HENRIKSEN 1995).

Az eddig ismertetett definíciók többségükben a víztartók, víztartó rendszerek általános szennyezővel szembeni sérülékenységére vonatkoztak, amelyek a szennyezők hígulóképességét figyelmen kívül hagyva, kizárólag a felszín alatti környezet tulajdonságait értékelik egy általános, elméleti szennyező visszatartását, hígítását illetően. A sérülékenység általános felfogása mellett létezik az ún. specifikus sérülékenység fogalma is, amely egy földtanilag ismert hidrogeológiai egységre, víztartóra és egy ismert viselkedésű szennyező (tápanyagok, patogének, nehézfémek stb.) vagy szennyező tevékenység csoportra (szikkasztók, mezőgazdasági földhasználat, ipari-szennyvíz elhelyezés stb.) vonatkoztatható.

A specifikus sérülékenység az adott szennyező típus vízföldtani egységhez, víztartó rendszerhez való jutásával szemben ható tulajdonságokat minősíti (FOSTER 1987; ANDERSEN & GOSK 1987, 1989) (*I. táblázat-17, 18*).

A meghatározásokból kiolvasható, hogy nemzetközi szinten is alapvető gondot jelent a sérülékenység tárgyának nem egyértelmű meghatározása: felszín alatti víz általában, víztartó réteg, vagy víztartó rendszer stb. Szintén tisztázásra szorul az értékelés hatótényezője: szennyező, szennyező tevékenység, egyéb emberi beavatkozás. A napjainkban a témában dolgozó professzionális munkacsoportok (NRC, 1993; VRBA & ZAPOROZEC 1994) egyikének sem sikerült egy kellőképpen korrekt sérülékenységi definíciót kialalkítani, amely a kifejezés egységes alkalmazását biztosíthatná a szakértő hidrogeológusok körében (FOSTER & SKINNER 1995). A fogalmak egységesen elfogadott értelmezésének hiánya – ahogyan már utaltam rá – kedvezőtlen hatást gyakorol a becslési módszerek fejlődésére (ANDERSEN & GOSK 1987, 1989), közvetetten az eredményekre és azok alkalmazhatóságára.

A módszerek áttekintése

A sérülékenységi becslések bizonytalanságának másik lényeges eleme az alkalmazott megközelítés és módszer. Nem mérhető, hanem több-kevesebb pontossággal becsülhető információkból kell prognosztizálni, hogy adott felszíni területelemre vonatkozóan a szennyezés a jövőben be fog-e következni. A becs-

A sérülékenység, valamint a hozzákapcsolódó fogalmak és meghatározásaik
Technical terms and definitions for vulnerability concept

I. Táblázat – Table I

Hivatkozás	Fogalom pontos neve	Definíció
1. SOTORNIKOVÁ, VRBA (1987)	A felszín alatti vizet tároló hidrogeológiai rendszer sérülékenysége:	-„azon tulajdonságának összessége, amelyek lehetővé teszik, hogy a rendszer megbirkózzon a külső természetes és mesterséges eredetű hatásokkal, amelyek időben és térben állapotát és jellemzőit befolyásolják"
2. FOSTER (1987), FOSTER, HIRATA (1988), ADAMS, FOSTER (1992)	A víztartó szennyezővel szembeni sérülékenysége (Aquifer pollution vulnerability):	„Belső tulajdonság, amely meghatározza egy víztartó különböző részeinek sérülékenységét, azt hogy a rá ható szennyezőterhelés milyen mértékben érinti kedvezőtlenül".
3. FOSTER (1987)	Felszín alatti víz szennyezés veszélye (Ground water pollution risk):	„(a) a víztartó természetes sérülékenysége és (b) a szennyezőterhelés közötti kölcsönhatás, amelyik vagy aktuálisan, vagy a jövőben hat a felszín alatti környezetre az emberi tevékenységek következtében"
4. NATIONAL RIVER AUTHORITY (U.K.) (1992)	Sérülékenység (Vulnerability):	-(a) a fedő talajréteg jellege, (b) a fedőrétegek vagy a glaciális üledékek vastagsága, (c) a víztartót felépítő rétegek, (d) a telítetlen zóna vagy fedőréteg anyaga" határozzák meg
5. BACHMAT, COLLIN (1987)	A felszín alatti víz szennyezőkre vonatkozó sérülékenysége (Groundwater vulnerability to pollution):	-"úgy definiálható, mint a felszín alatti víz minőségének érzékenysége az antropogén tevékenységekre, amelyek károsnak bizonyulnak a forrás jelenlegi és /vagy jövőbeli használati értékére"
6. U.S. GENERAL ACCOUNTING OFFICE (1991)	Hidrogeológiai sérülékenység (Hydrogeologic vulnerability):	-"földtani tényezők, úgy mint talaj-szövet, felszín alatti víz mélység függvénye"
7. U.S. GENERAL ACCOUNTING OFFICE (1991)	Teljes sérülékenység (Total vulnerability):	-"hidrogeológiai faktorok, valamint a peszticid használati faktorok befolyásolják
8. U.S. GENERAL ACCOUNTING OFFICE (1991)	Teljes veszélyeztetettség (Total risk):	-"még szélesebb megközelítés,az értékelésbe a potenciális peszticid szennyező hatása által veszélyeztetett emberek száma, azaz a felszín alatti vizet fogyasztó lakosság száma" is beleszámít
9. KNEIFEL (1984)	Közetérzékenység:	a felszín közeli képződményekre vonatkozik és azok „szennyező visszatartó, kiszűrő" tulajdonságát értik alatta a „kőzet összetétele, szerkezete függvényében"
10. PETTYJOHN et al. (1991)	Víztartó sérülékenység (Aquifer vulnerability):	-"A fizikai rendszer geológiája határozza meg".
11. PETTYJOHN et al. (1991)	Víztartó érzékenység (Aquifer sensitivity):	„a víztartók, melyeknek nagyfokú a sérülékenysége és olyan területeken találhatók, ahol nagy a népsűrűség, érzékenyebbnek tekinthetők"

Hivatkozás	Fogalom pontos neve	Definíció
12. ALFOLDI (1994)	Sebezhetőség (vulnerability) és érzékenység (sensitivity):	-"hasonlo, könnyen összetéveszthető és elcserélhető fogalmak. Mindkét fogalom belső sajátosságok (intrinsic properties) összessége, a különbség csak az, hogy az érzékenység a vízadó típus sajátossága (aquifer type), a sebezhetőség pedig a vízadó rendszer (aquifer system) jellemzője•
13. NRC (1993)	A felszín alatti víz sérülékenysége a szennyezőkre (Ground water vulnerability to contamination):	„Annak a valószínűsége, hogy a legfölső víztartó fölött bizonyos helyen bevezetett szennyezők elérjenek egy specifikus helyet a felszín alatti vízrendszerben".
14. ALFOLDI, FEKETE (1984)	A víztartók védettsége:	„A víztartók azon sajátossága, amely a vízminőség károsodását előidéző anyagoknak a felszíntől a víztartóba jutását jellemzi".
15. ZEKSTER et al. (1995)	A felszín alatti víz védettségének mértéke:	„úgy definiált, mint a természeti rendszer azon tulajdonsága, amely biztosítja, hogy a standardokon belül megőrződjön a víztartóban lévő víz minősége".
16. RASMUSSEN, HENRIKSEN (1995)	A víztartók természetes védettsége (Natural protection of aquifers):	„a természetes védettség kifejezést a sérülékenység helyett használjuk, hangsúlyozva a hidrogeológiai rendszer védő tulajdonságait".
17. FOSTER (1987)	Specifikus sérülékenység (Specific vulnerability):	-„a szennyezőkre vonatkozó sérülékenység értékelése szennyező osztályonként (nutriensek, patogén mikroorganizmusok, nehézfémek stb.) külön-külön vagy ha ez nem működik, szennyező-tevékenység csoportokra (szennyvíz szikkasztás, mezőgazdasági területhasználati gyakorlat, ipari tevékenység stb.)".
18. ANDERSEN, GOSK (1987, 1989)	Specifikus sérülékenység (Specific vulnerability):	-"relatíve jól definiált viszonyok között relatív sérülékenységi értékelés végezhető specifikus szennyezőre".
19. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1993)	Víztartó érzékenység (Aquifer sensitivity) (itt peszticidekre):	„Annak a lehetősége, hogy egy felszínen vagy felszín alatt alkalmazott (peszticid) szennyező a vizsgált víztartóig migrálhat. A víztartó érzékenysége az adott közeg képződményei, a fedő, telítetlen és telített zóna belső tulajdonságainak függvénye. Az érzékenység nem függ a mezőgazdasági gyakorlattól, vagy a peszticid jellemzőitől".
20. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1993)	Víztartó sérülékenység (Aquifer vulnerability) (itt peszticidekre):	„Annak a lehetősége, hogy egy felszínen vagy felszín alatt alkalmazott (peszticid) szennyező a vizsgált víztartóig migrálhat adott földhasználati gyakorlat, a peszticid jellemzők és a hidrogeológiai érzékenység függvényében.

lési megközelítések osztályozásának alapja a sérülékenységet befolyásoló tényezők jellegének és kezelésének azonossága vagy különbözősége lehet.

A sérülékenység – ismereteink szerint – háromféle megközelítéssel vizsgálható (NRC 1993). A legelterjedtebbek a talajtani, földtani, hidrogeológiai tényezők minősítésén és összhatásuk becslésén alapuló "overlay and index" vagy "szendvics és index" módszerek. Ezeket a későbbiekben részletesen elemzem és ezt a megközelítést alkalmazom az esettanulmánynál is.

A módszerek második csoportja a folyamat alapú szimulációs modellek köre. Ezek a szennyezett vízrészecske feltételezett mozgását elérési idővel jellemzik, és többnyire a hígulási folyamatokat is figyelembe veszik. A módszerek a szennyezőtranszportot vezérlő, kapcsolt folyamatokat reprezentáló matematikai egyenletek analitikus vagy numerikus megoldását igénylik. Általában időbeli indexeket használnak számítási paraméterként. A VITUKI országos szintű sérülékenységi becslése (1994) – a porózus medenceüledékek vonatkozásában – elérési idő számításon alapul.

GOLDBERG (1993 in ECKSTEIN & ZAPOROZEC 1993) javaslatot tesz a becsült elérési idő és a szennyezőlebomlás időtartamának összehasonlítására. Ezzel – véleménye szerint – egy előzetes minősítés adható a detoxifikáció védelmi funkciójára vonatkozóan. A lebomlási faktor mellett a szorpciós immobilizációs koefficiens alkalmazása lehetőséget adhat a migráció során, a késleltetési hatások pontosabb becslésére (SAMOILENKO et al. 1987 in ZEKSTER et al. 1995).

A módszerek a telítetlen zónán keresztüli – egydimenziós szállítás analitikai megoldását adó – egyszerű transzportmodellekből levezetett indexektől (GOLDBERG & GAZDA 1984; MIRONENKO & RUMYNIN 1990) a kapcsolt, telítetlen és telített, többfázisú, két vagy három dimenziós modellekig (DRICH et al. 1990) terjedhetnek. Többségük a szennyezőterjedés tér és időbeli előrejelzésére tesz kísérletet.

Annak ellenére, hogy a fönti módszerek a felszín alatti víz sérülékenységét érintő fizikai, kémiai és biológiai folyamatok leírására és számításba vételére tesznek kísérletet, mégsem szükségszerű, hogy megbízható eredményre vezetnek (NRC 1993). A módszerekhez szükséges adatok többnyire nem állnak rendelkezésre, csak közvetett úton becsülhetők. További hibájuk, hogy nem veszik számításba azokat az áramlási és transzportfolyamatokat, amelyek a modell által kezeltnél kisebb vagy nagyobb térbeli, ill. időbeli léptékben játszódnak le. Elhanyagolják a preferált áramlási csatornák (karsztjáratok, jó vízvezető tektonikai elemek stb.) sérülékenységi szerepét.

Manapság még rendkívül ritkák a harmadik csoportba sorolható módszerek, amelyek valós szennyezési esetek felméréséből és helyreállításából levonható következtetéseket statisztikailag elemezve az eredményeket csatolják vissza analóg helyzetekre vonatkozó sérülékenységi becslésekbe. E módszerek alkalmazásánál alapvető fontosságú, hogy a ténylegesen szennyezett, felmért terület és az eredmények alkalmazási területe egymással összehasonlítható legyen. Az elszennyezett területekre vonatkozóan szakszerű megfigyelőrendszert és megfelelő kémiai adatokat igényelnek. A módszerek általában szennyező-koncentráció értéket vagy szennyezési valószínűséget használnak fel függő változóként. Nem kísérleteznek ok-okozati kapcsolatok feltárásával. Következtetéseik valószínűségben kifejezettek. Komplexitás tekintetében igen változóak (NRC 1993).

ZEKSTER et al. (1995) szerint az időbeli indexet használó és a statisztikai – általa kvantitatívnak nevezett – megközelítések nagyléptékű, részletes feldolgozásoknál ajánlottak. A közepes és kisléptékű sérülékenységi becslések világszerte legelterjedtebb módszere az empirikus és numerikus módszereket magában foglaló "szendvics és index" megközelítés, melyet ZEKSTER et al. (1995) terminológiája kvalitatívnak és félkvantitatívnak minősít.

A szendvics és index módszerek elemzése

A szenvics és index módszerek szisztematikus elemzése céljából igyekeztem olyan szempontokat találni, melyeken keresztül az egyes eljárások különbségei és problémás kérdései tanulmányozhatók. A vizsgált módszereket, az elemzés szempontjait és eredményeit a *II. táblázatban* foglaltam össze. Az elemzésnél figyelembe vett szempontok sorrendben az alábbiak voltak: (1) a vizsgálat tárgya és – ha van információ – vonatkoztatási helye; (2) az értékelés vízzel együtt mozgó (általános) vagy specifikus szennyezőre használható; (3) a sérülékenységi becslés szempontjai, tényezői; (4) az értékelés tapasztalati vagy numerikus jellege; (5) térképi megjelenítés, felhasználás.

A sérülékenységi becslés tárgya (1) különféle lehet. Leggyakrabban a legfölső víztartó (*II. táblázat-1, 2, 5, 7, 10, 14*), több esetben hidrogeológiai egység vagy rendszer (*II. táblázat-6, 8*), felszín alatti vízelőfordulás általában (*II. táblázat-9, 12*). A vonatkoztatási hely egy kitüntetett szint, zóna, vagy pont a felszín alatti régióban, melyre a sérülékenységi vizsgálat eredménye érvényes. A legfölső víztartóra készült becsléseknél általában a felszín alatti víz szintje a referenciafelület (ROBINS et al. 1994; FOSTER & SKINNER 1995). Ez egyúttal azt jelenti, hogy a telített zóna sérülékenységre gyakorolt hatása nem számít a becslésbe. Természetesen a becslés célja függvényében bármilyen egyéb vonatkoztatási felület, esetleg réteg (víztartó), vagy referenciapont (víztermelőhely) is megválasztható. A jelenleg ismert becslések értelmezését megnehezíti e kérdés tisztázatlansága.

A sérülékenységi becslés vízzel együtt mozgó általános (*II. táblázat-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14*) vagy specifikus (*II. táblázat-6, 11, 14*) elvi szennyezőre egyaránt vonatkozhat (2). Az előbbiek nem veszik figyelembe a szennyezők specifikus viselkedését befolyásoló szempontokat. Az utóbbiak egy-egy szennyezőtípusra vagy szennyező-tevékenység csoportra mutatják a sérülékenységet.

A specifikus sérülékenységi értékelés klasszikus példája a Staffordshire-i triász homokkő víztartó, műtrágyázásból származó, ásványos nitrátra vonatkozó vizsgálata (CARTER et al. 1987) (*II. táblázat-11*). Megállapították, hogy a vízben jól oldódó ásványos nitrát felszín alatti mozgása szoros összefüggésben van a talajvíz rendszerrel. A mobilis és a helyben maradó víz aránya a talaj szövetének, szervesanyag-tartalmának és szerkezetének függvénye. A specifikus sérülékenység mértékét a nitrát kilúgozást megszabó talajtani tényezők és a víztartó, ill. környezete földtani paraméterei kombinációjával becsülték (*1. ábra*). Az első hazai specifikus érzékenység-értékelés FÜLE (1992, 1994) (*II. táblázat-14*) nevéhez fűződik.

Az úgynevezett általános sérülékenységi becslések hibájául róják föl a szennyező tulajdonságaitól függő paraméterek elhanyagolását. A legszigorúbb értel-

II. táblázat – *Table II*

A sérülékenység megállapítására vonatkozó módszerek
Methods for vulnerability assessment

Módszer, hivatkozás	Vizsgálat tárgya	Elvi szennyező általános/ specifikus	Értékelési szempontok, tényezők	Értékelés tapasztalati/ numerikus	Térképi megjelenítés, felhasználás
1. ALBINET (1970)	az első víztartó egésze	általános	1. Víztartó típusa: allúviális-, karsztos-, hasadékvíztároló 2. Fedettség 3. Vízmélység	tapasztalati (leíró sérül. kategóriák)	Franciaország egészére kiterjedő 1:1000000 1:250000 1:80000 léptékű feldolgozás
2. KASSAI, SOÓSNÉ (1977, 1978)	felszíntől számított első jelentős vízadó réteg	általános	A vízadó réteg fedőjének 1. vízáteresztő képessége 2. vastagsága 3. a fedőréteg hiánya	tapasztalati (közlekedési lámpa elven alapuló)	Szennyeződés-érzékenységi térképek Pécs környékére 1:100000, 1:50000 Magyarország szennyeződés-érzékenységi térképe 1:500000
3. VIERHUFF (1981)	szabadtükrű vagy fedett termelt víztartó	általános	1. Víztartó fedettsége 2. Telítetlen zóna/fedőréteg anyaga, vastagsága	tapasztalati numerikus (prioritási soron alapuló hálózat, ötfokozatú kategóriák)	
4. VILLUMSEN et al. (1982)	elkülöníthető víztartók mindegyike	általános	1. Potenciometrikus szint 2. Permeabilitás 3. Telítetlen/ telített zóna redukciós, szorpciós képessége	numerikus (sérülékenységi index)	Djursland, Jutland (Dánia) 1:50000
5. GOLDBERG, GAZDA (1984)	legfölső fedett víztartó	általános	1. Fedőréteg (m_0) vastagsága 2. Nyugalmi vízszint a vizsgált víztartóban (h_2), nyugalmi vízszint a fölötte évő fedetlen víztartóban (h_1)	tapasztalati (védett, védtelen)	

6. "DRASTIC standardizált rendszer a felszín alatti víz potenciális szennyezhetőségének értékelésére" ALLER et al. (1985)	hidrogeológiai egységekre	általános/ specifikus: peszticid	D-vízmélység R-netto utánpótlódás A-víztartó anyaga S-talaj anyaga T-topográfia I-a telítetlen zóna anyaga C-víztartó hidraulikus vezetőképessége	numerikus osztályok (tényezőkre: nagyságrendek, súlyok, pontértékek összegzésével DRASTIC-index)	USA államaira 1:100000
7. "Rajonizációs numerikus módszer" SZŐNYI (1986)	síkvidéki területek legfölső víztartója	általános	1. Felszín áteresztőképessége 2. Felszín közeli képződmények áteresztőképessége 3. Közepes vízszint felszín alatti mélysége	numerikus (tényezőkre: 1-5 pontérték, értékelés numerikus paraméter kombinációs mátrix segítségével, ötfokozatú leíró érzékenységi kategória)	Szeged-Algyő környékének szennyeződés-érzékenységi térképe 1:25000
8. SOTORNIKOVÁ, VRBA (1987)	elkülöníthető hidrogeológiai egységekre	általános	1. Talaj áteresztőképessége 2. Telítetlen zóna vastagsága 3. Felszín alatti vízszint ingadozása	numerikus	
9. "GOD rendszer" FOSTER (1987)	"felszín alatti víz előfordulás"	általános	1. Víztartó fedettsége 2. Víztartó osztályozás (konszolidáltság és kőzettani jellemzők alapján) 3. Felszín alatti víz mélysége	numerikus osztályok (tényezőkre: 0-1 pontértékek, ezek összeszorzásával GOD-index, index alapján hatfokozatú osztályozás, kiegészítve osztályok leíró minősítésével)	
10. GOSSENS, VAN DAMME (1987)	legfelső víztartó	általános	1. A víztartó típus, permeabilitás 2. Fedőréteg formáció típus, vastagság, áteresztőképesség vagy telítetlen zóna anyag, vastagság	tapasztalati (mátrix módszer, ötfokozatú kategóriák)	Belgium valamennyi tartományára 1:100000
11. CARTER et al. (1987)	triász homokkő víztartó	specifikus : műtrágyázásból származó ásványos nitrát	1. Talaj szövet, szerves széntartalom, permeabilitás, nedvességtartalom 2. Víztartó anyaga, permeabilitása, fedettsége, fekü kőzet vastagsága	tapasztalati (kombinációs mátrix, ötfokozatú leíró értékelés)	A mezőgazdaságban gazdálkodási döntések alátámasztására Staffordshire (U.K.)

Módszer, hivatkozás	Vizsgálat tárgya	Elvi szennyező általános/ specifikus	Értékelési szempontok, tényezők	Értékelés tapasztalati/ numerikus	Térképi megjelenítés, felhasználás
12. ZEKSTER et al. (1995)	felszín alatti víz általában	általános	1. Aerációs zóna vastagsága 2. Víztartó kőzetek anyaga 3. Csapadékutánpótlás 4. Transzmisszivitás 5. A víztartóbeli vízcsere ideje	numerikus	A felszín alatti víz sérülékenysége Kaliforniában 1:2000000
13. GOLDBERG (1993)	fedetlen felszín alatti víztest	általános	1. Telítetlen zóna vastagsága 2. Féligáteresztő rétegek vastagsága 3. Kőzettani összetétel (homokos iszap, iszap, agyag)	numerikus (az egyes tényezőkre megállapított indexek összegzése)	A felszín alatti víz szennyezőktől való védettségét bemutató térképek: 1:2500000 Oroszországra, Oroszország európai területeire, 1:500000 Oroszország központi részére
14. FÜLE (1992, 1994)	felszínhez legközelebb fekvő víztartó	általános – specifikus : Cr^{3+}, CrO_4^{2-}	Általános: 1. Felszín közeli kőzetek minősége 2. Felszín alatti víz mélysége, áramlási iránya 3. Humuszos talajréteg vastagsága 4. Morfológia Specifikus, Cr^{3+} 1. Felszín alatti víz mélysége 2. Vízáteresztő képesség 3. Mésztartalom Specifikus, CrO_4^{2-} 1. Vízmélység 2. Humuszos talajréteg vastagsága	tapasztalati	Dunakeszi-Mogyoród-Csomád környékének szennyeződés-érzékenységi térképváltozatai (általános, specifikus szennyezőre: Cr^{3+}-ra, CrO_4^{2-} külön-külön) 1:100000–es léptékben Alkalmazás: hulladékelhelyezési tervezésben

mezésben – a szennyezőtranszport specifikussága folytán – az univerzális szennyezőre vonatkozó általános sérülékenység megközelítés nem állja meg a helyét. Ugyanakkor a vízzel együtt mozgó általános szennyezőre vonatkozó sérülékenység hidrogeológiai tényezőinek megértése segíthet hozzá a specifikus sérülékenység helyes értelmezéséhez.

A felszín alatti víz sérülékenysége számos tényezőtől, a talaj és a telítetlen zóna összetételétől, vízmélységtől, az utánpótlódás mértékétől, biodegradációt befolyásoló paraméterektől függ (3). A telítetlen zóna anyaga alapvetően meghatározza a benne zajló szennyező-átalakulásokat. A magas szerves szén- vagy agyagtartalom fokozza a szorpció esélyét, ezáltal csökkenti az elszennyezhetőséget. A vízszintmélység is fontos faktor, mert a rövid áramlási pályák csökkentik a szorpció és a biodegradáció lehetőségét, ezáltal számos szennyezőnél növelik a szennyezés bekövetkezését. A becslési szempontok megválasztása függ a vizsgált víztartó (fedett, szabadtükrű stb.) és az elvi szennyező (univerzális vagy specifikus) jellegétől. Mindezeken felül a kiválasztásnál gyakran szubjektív szempontok – kiemelten az adatok hozzáférhetősége – dominálnak.

A DRASTIC (ALLER et al. 1985) (*II. táblázat-6*) standardizált amerikai rendszer volt az első, amely – a dinamikai szempontok kivételével – kísérletet tett a sérülékenységet befolyásoló tényezők komplex számbavételére és országos szintű értékelésére. A becslés standardizált hidrogeológiai egységekre (HEATH 1984 in ALLER et al. 1985), szabadtükrű és fedett víztartókra, valamint általános és peszticid szennyezőkre vonatkoztatható. A szabadtükrű víztartók vízzel együttmozgó szennyezőre kidolgozott becsléséhez hét paramétert használnak, amelyek az Egyesült Államok egész területén archív adatokból rendelkezésre állnak (*2. ábra*). A fedettség mértékétől függően a tényezők sérülékenységre gyakorolt hatása, így osztályozása is módosul.

A sérülékenységi tényezők között általában nem veszik figyelembe az áramlási téren belül elfoglalt helyzetet (hidraulikai rezsimjelleg), de a preferált áramlást eredményező tektonikus vagy oldási eredetű csatornákat sem. Ezek – véleményem szerint – jelentősen rontják a becslések megbízhatóságát.

A sérülékenység becslési módszerek (4) a rendelkezésre álló tényezők konkrét értékei alapján a sérülékenység mértékének közvetlen megítélésére használhatók. A legegyszerűbb módszerek az összes tényezőt azonos súllyal veszik számításba, nem téve különbséget közöttük fontosságuk alapján (*II. táblázat-1, 2, 5, 10, 11, 14*). A vizsgált területeket jobban, ill. kevésbé sérülékeny minősítésű tapasztalati kategóriákba sorolják. Így azon területeket, amelyeknél bizonyos tulajdonságok együtt fordulnak elő (pl. homokos talaj és sekélyen fekvő felszín alatti víz) sérülékenynek minősítenek.

A magyar szakirodalomban KASSAI (KASSAI & SOÓSNÉ 1977, 1978) (*II. táblázat-2*) tevékenységéhez fűződik a felszíntől számított első jelentős vízadó réteg szennyeződés-érzékenység értékelési koncepciójának kidolgozása. A szennyeződés-érzékenységi kategorizálás tapasztalati úton a vízadó fedőjének vízáteresztő-képessége, vastagsága, ill. a fedőréteg esetleges hiánya minősítésére korlátozódott.

A belga felszíni sérülékenységi értékelés a víztartók és fedettségük mátrix módszerrel történő tapasztalati minősítésén nyugszik (GOSSENS & VAN DAMME 1987) (*II. táblázat-10*) (*3a, b ábra*).

A numerikus vagy félkvantitatív módszerek (ZEKSTER et al. 1995) a sérülékenység egzaktabb értékelését célozzák (*II. táblázat-3, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 13*). A

KILÚGOZÁS MÉRTÉKE	KILÚGOZÁS OSZTÁLY	TALAJJELLEMZŐK
Extrém nagy	1	Nagy mélységig áteresztő, homokos talajok, télen fluktuáló felszín alatti vízszinttel. A homok fölött sekély mélységben agyagos, márgás és homokos talajok. 1,0 - 2,5% szerves szén *
Nagy	2	Nagy mélységig vízáteresztő képződmények. Fölöttük tisztán agyagos talajok. 1,5 - 2,5% szerves szén *
Mérsékelt	3	Mérsékelten áteresztő, közepesen agyagos, márgás talajok sűrű, késleltetően áteresztő altalajokkal. 2,0 - 4,0 szerves szén *
Kicsi	4	Késleltetően áteresztő agyag, márga; mérsékelten áteresztő agyag-márga, alluviális eredetű képződmények nagy mélységig 2,0 - 4,0% szerves szén *

NITRÁT KILÚGOZÁSI OSZTÁLYOK ÉS JELLEMZŐIK
* Szántóföldi talajokra vonatkozik

VÍZTARTÓ	A VÍZTARTÓ JELLEMZŐI
1	Víztartó, üledékes fedő nélkül vagy áteresztő üledékes (homok és kavics) fedővel.
2	Víztartó, amelyet kevéssé áteresztő fedő (vékony tavi agyag, tőzeg), vagy vékony és/vagy nem összefüggő agyag borít.
3	Víztartó, amelyet vízrekesztő üledék (vastag agyag), vagy vízrekesztő kemény kőzet fed, ill. nincs is víztartó.

VÍZTARTÓ OSZTÁLYOK ÉS JELLEMZŐIK

VÍZTARTÓ OSZTÁLYOZÁS	KILÚGOZÁSI OSZTÁLYOK			
	1	2	3	4
1	Extrém	Nagy	Mérsékelt	Kicsi
2	Nagy	Mérsékelt	Kicsi	Kicsi
3	Kicsi	Kicsi	Kicsi	Kicsi

1. ábra. Sérülékenységi becslés nitrátra (Carter et al. 1987)

Fig. 1. Vulnerability assessment for nitrate contaminant (Carter et al. 1987)

DRASTIC FAKTOR	SÚLY	KATEGÓRIÁK	OSZTÁLYOK VÁLTOZÓ	OSZTÁLYOK JELLEMZŐ
VÍZMÉLYSÉG (m)*	5	0 - 1,5 1,5 - 3,0 3,0 - 9,0 9,0 - 15,0 15,0 - 22,5 22,5 - 30,0 >30,0		10 9 7 5 3 2 1
NETTÓ UTÁNPÓTLÓDÁS (cm)**	4	>25 18 - 25 10 - 18 5 - 10 0 - 5		9 8 6 3 1
VÍZTARTÓ ANYAGA	3	Karsztosodott mészkő Bazalt Homok és kavics Tömeges mészkő Tömeges homokkő Homokkő, Mészkő Palasorozatok Vékonyan rétegezett Metamorf/Magmás Mállott Metamorf/Magmás Tömeges pala	9 - 10 2 - 10 6 - 9 4 - 9 4 - 9 5 - 9 3 - 5 2 - 5 1 - 3	10 9 8 6 6 6 4 3 2
TALAJ ANYAGA	2	Vékony vagy hiányzik Kavics Homok Duzzadó és/vagy aggregált agyag Homokos vályog Vályog Iszapos vályog Agyagos vályog Nem duzzadó és nem aggregált agyag		10 10 9 7 6 5 4 3 1
TOPOGRÁFIA LEJTŐ %	1	0 - 2 2 - 6 6 - 12 12 - 18 >18		10 9 5 3 1
TELÍTETLEN ZÓNA ANYAGA	5	Karsztos mészkő Bazalt Homok és kavics Metamorf/Magmás Rétegzett mészkő, homokkő, pala, homok és kavics jelentős iszap és agyagtartalommal Homokkő Mészkő Pala Iszap/Agyag	8-10 2-10 6-9 2-8 4-8 4-8 2-7 2-5 1-2	10 9 8 4 6 6 6 3 1
VÍZVEZETŐ-KÉPESSÉG (m/s)	3	10^{3}< $5*10^{4}$ - 10^{3} $3,5*10^{4}$ - $5*10^{4}$ $1,5*10^{4}$ - $3.5*10^{4}$ $5*10^{5}$ - $1,5*10^{4}$ $5*10^{7}$ - $5*10^{5}$		10 8 6 4 2 1

$$DRASTIC\ INDEX = D_R * D_W + R_R * R_W + A_R * A_W + S_R * S_W + T_R * T_W + I_R * I_W + C_R * C_W$$

2. *ábra.* DRASTIC-rendszer a szennyezhetőségi potenciál becslésére (ALLER et al. 1985) Eredeti leírásban: * lábban, ** hüvelykben megadva

Fig. 2. DRASTIC system for evaluation of pollution potential (ALLER et al. 1985)

szempontokra – lehetséges szélsőértékeiket és változékonyságukat is számításba véve – értéktartományokat állapítanak meg, amelyeket pontértékekkel látnak el. A szempontok súlyozásával, az egyes tényezők pontértékeinek kombinálásával, összeadásával vagy szorzásával történik meg a végső sérülékenységi osztályba sorolás azaz a sérülékenységi index megállapítása.

A DRASTIC-módszernél (ALLER et al. 1985) (*II. táblázat-6*) az egyes tényezők konstans súly és – az értékelés során megállapított osztályérték szorzatának összegzésével áll elő a hidrogeológiai egység szennyezhetőségi potenciálját jellemző ún. DRASTIC-index. A DRASTIC-index célja a szennyeződés lehetőségének felülbecslése, azaz a legrosszabb helyzet értékelése. Maga az index egyébként belső tartalom, definiált jelentés nélküli számérték, amely kizárólag a szennyezhetőségi potenciálok összehasonlíthatóságát szolgálja. A módszert számos esetben ellenőrizték a prognosztizált szennyezhetőségi potenciál és valós szennyezési esetek tényleges koncentráció értékeinek összevetésével: nitrát szennyezésre Ohióban (BAKER 1990); peszticid szennyezésekre az USA több államában (HOLDEN et al. 1992); illó szénhidrogén komponensek által okozott szennyeződésnél Nebraskában (KALINSKI et al. 1994); a felszín alatti víz savas esők általi károsodásának vizsgálatánál Nyköpingben, Svédországban (ROSEN 1994). A tanulmányok elismerik a DRASTIC hasznosságát, ugyanakkor hibáira is felhívják a figyelmet. A DRASTIC a hasadékos kőzetekben tárolt felszín alatti víz sérülékenységét alábecsli a konszolidálatlan víztartókhoz képest (ROSEN 1994).

A GOD-rendszer (FOSTER 1987) (*II. táblázat-9*) (*4. ábra*) a numerikus értékelést a felszín közeli víztartók mellett kiterjeszti az artézi és a különböző mértékben fedett víztartókra. Elsődleges fontosságúnak a térbeli helyzetet tekinti.

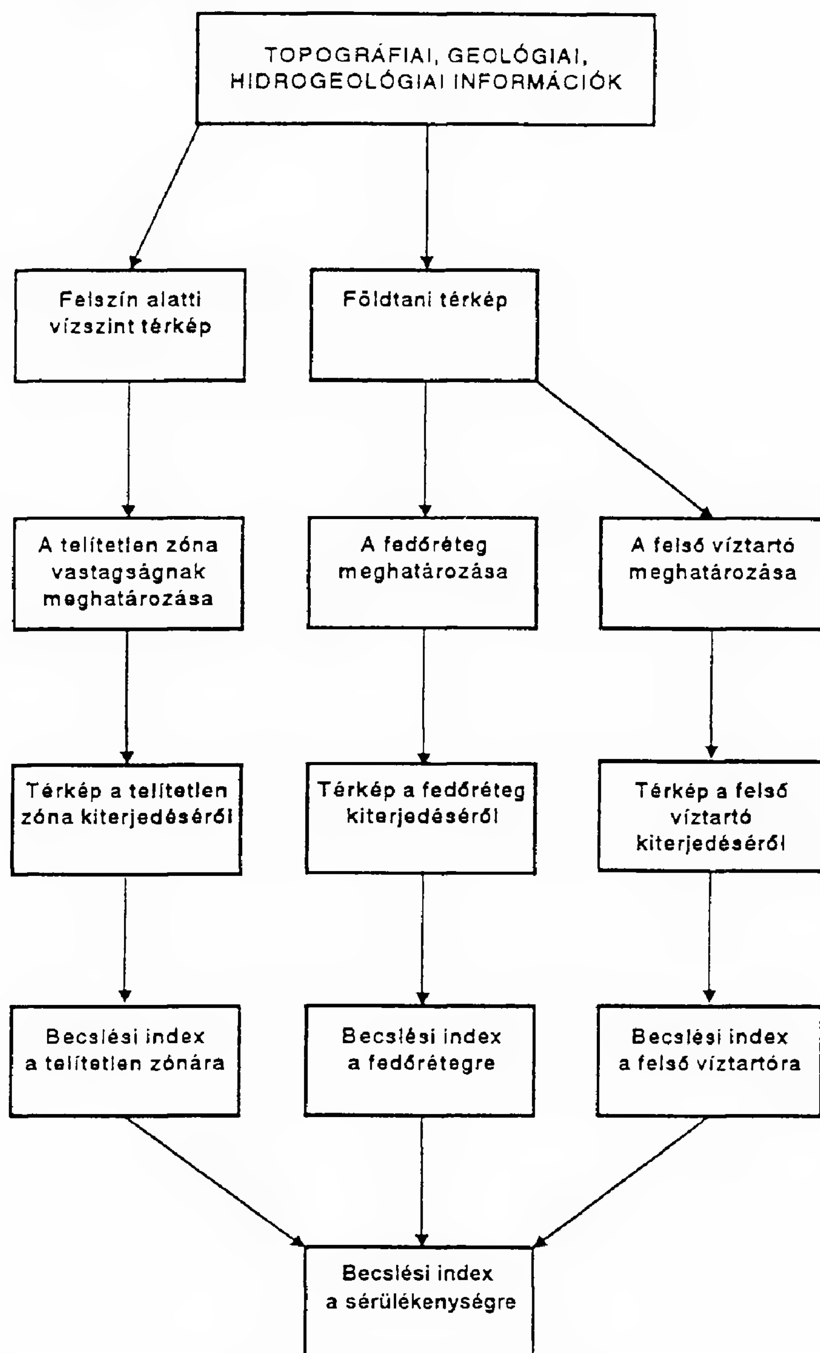
VÍZTARTÓ	FEDŐ			
	NEM FEDŐ <5 m VAGY HOMOKOS – TELÍTETLEN ZÓNA <=10 m	NEM FEDŐ <5 m VAGY HOMOKOS – TELÍTETLEN ZÓNA >10 m	AGYAGTARTALMÚ, ISZAPOS	AGYAG
MÉSZISZAP, MÉSZKŐ, HOMOKKŐ, MÁRGA	1	2	3	4
KAVICS	1	2	3	4
HOMOK	2	3	4	5
AGYAGOS HOMOK, AGYAGBAN DÚS HOMOK	4	4	5	5

SÉRÜLÉKENYSÉGI FOKOZATOK

1 ERŐSEN
2 NAGYON
3 KÖZEPESEN
4 MÉRSÉKELTEN
5 KISSÉ
} SÉRÜLÉKENY

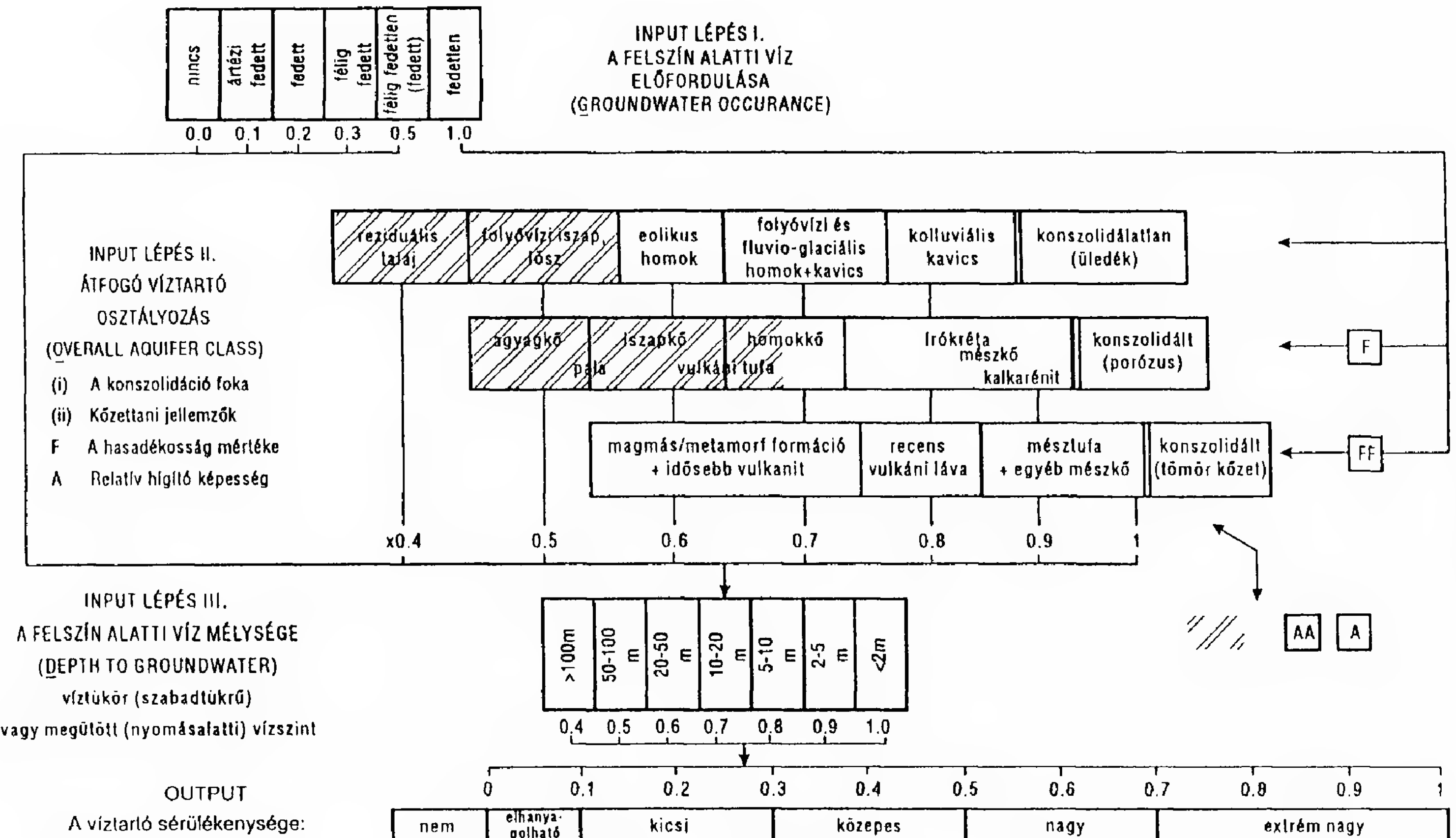
3b. ábra. Mátrix a sérülékenység értékeléséhez (GOSSENS & VAN DAMME 1987)

Fig. 3b. Matrix system for evaluation of vulnerability (GOSSENS & VAN DAMME 1987)



3a. ábra. Sérülékenységi térkép szerkesztésének folyamata (Gossens & VAN DAMME 1987)

Fig. 3a. Algorithm for constructing vulnerability map (Gossens & VAN DAMME 1987)



4. ábra. GOD-rendszer a sérülékenység becslésére (FOSTER 1987)

Fig. 4. GOD system for the assessment of vulnerability (FOSTER 1987)

A numerikus becsléseknél a térbeli szempontok, áramlástani viszonyok méginkább elhanyagolódnak. Előtérbe kerülnek a hozzáférhető, számszerűsíthető paraméterek.

A sérülékenységi becslések térképi megjelenítésénél (5) többnyire a területértékeléseknél már régóta használt ún. "szendvics-módszert" (overlay method) (MCHARG 1969) alkalmazzák. Az egyparaméterű térképek GIS-technika segítségével történő egymásra helyezésével szintetizált sérülékenységi térkép állítható elő. Egyes szerzők vitatják az összegző sérülékenységi térképek megbízhatóságát (ANDERSEN & GOSK 1987, 1989). Véleményük szerint a sokféle tényező összhatását egyetlen minősítő kategóriával jellemző becslés eredményei nem lehetnek helytállóak.

Annak ellenére, hogy a sérülékenységi koncepció eredendően gyakorlati, vízvédelmi indíttatású, a megközelítés alkalmazásairól kevés tényszerű adat kerül publikálásra. A közvetlen víztartó, ill. vízbázisvédelmi célokon túl a sérülékenységi értékeléseknek nagy jelentősége lehet régiókra kiterjedő területértékelési, továbbá területalkalmasság-tervezési (pl. hulladékelhelyezési) feladatoknál. A sérülékenység becslése fontos lehet kisebb földrajzi egységekre, ill. pontszerű objektumokra végzett állapotfelmérések és hatásvizsgálatok során. A sérülékenység minősítése a környezeti kockázatelemzésnek is egyik lényeges szempontja. Végezetül sérülékenységi térképek készülhetnek a környezeti nevelés céljára, politikai döntéshozók és szakemberek tájékoztatására, valamint ismeretterjesztési célból.

Irodalmi tapasztalatok összegzése

A sérülékenységi becslések gyakorlati felhasználása rendkívül széleskörű lehet. Az eltérő célok eltérő megközelítéseket igényelhetnek. A vizsgálandó területről rendelkezésre álló adatháttér is befolyásolja a becslés kivitelezhetőségét. Mindezek miatt sem a sebezhetőség értelmezése, sem a becslés módszerei nem standardizálhatók. Nem állítható fel egy általánosan érvényes technika, amely valamennyi szituációban kielégítően alkalmazható lenne. További gondot jelent az eredmények megbízhatóságának kérdése. Valamennyi megközelítésben elvi bizonytalanságok társulnak adathibákkal, módszertani hibákkal és a vizsgált területre vonatkozó becsült eredmények félreértelmezésével. A sérülékenységi becslés a föntiek tükrében egyáltalán nem egzakt gyakorlat. A bizonytalanság valamennyi sérülékenységi becslés velejárója (NRC 1993).

Mindezekből következően a becslés hatékonyabbá válása nem egyre bonyolultabb technikájú módszerek kigondolásától várható. Az előrelépés elvi alapját az érzékenység, sérülékenység fogalmak tágabb környezeti szempontú értelmezése jelentheti. Erre utal ANDERSEN & GOSK (1987, 1989) is akkor, amikor a sérülékenységi becslés kiterjesztését javasolják a hidrológiai ciklus egyéb elemeire.

Az Egyesült Államokban a víztartók sérülékenységi becslése mára döntéshozó politikusok, a természeti forrásokkal gazdálkodó szakemberek és tudományos szakértők együttműködésével (U.S. Environmental Protection Agency, U.S. Geological Survey, Science and Technology Board, National

Research Council) megvalósuló döntéselőkészítő folyamat. A sérülékenységi becslések kivitelezésében e három csoport egy közös célt képvisel, a felszín alatti vizek védelmét.

Gyakorlati szempontból a sérülékenységi megközelítés akkor nyeri el megfelelő helyét a felszín alatti vízvédelemben, ha ténylegesen a környezetgazdálkodási döntéshozatal részévé válik.

A sérülékenység környezetgazdálkodási célokat szolgáló, rendszerszemléletű felfogása

A szakirodalmi elemzés tapasztalatai alapján úgy találtam, hogy a sérülékenységi értelmezések egyik fő hibája a víztartók környezetüktől elszigetelt kezelése. A litoszférában tárolt és mozgó víz többsége a hidrológiai ciklus része, fölső hányadát érintik a biogeokémiai körfolyamatok is. Ezek révén a felszín alatti vizek más egyéb környezeti elemekkel, így a talajjal, a felszíni vizekkel, az atmoszférával és a bioszférával egyaránt kapcsolatba kerülnek. Ebből adódóan sérülékenységük sem kezelhető elszigetelten, csakis a többi szférával való kapcsolatrendszerük összefüggésében. Hasonlóképpen az egyes víztartók értékelése sem történhet statikus szemlélettel, hiszen a felszín alatti vízáramlások kapcsolatot teremtenek közöttük. A kapcsolatok, a hidraulikus folytonosságot (TÓTH 1990, 1995) figyelembe véve, tér-idő lépték függvényében értelmezhetők. Ahogyan becsülhető a felszín alatti vizek sérülékenysége, úgy e fogalmat kiterjeszthetjük a talajra és a felszíni vizekre, tavakra, folyókra is. A természeti rendszereket nemcsak a szennyezők fenyegethetik, hanem egyéb emberi beavatkozások, így – a felszín alatti vizeknél maradva – a vízkivételek, vagy a túlzott vízbetáplálás, a védő talajréteg eltávolítása stb. A föntiekből látható, hogy a sérülékenység, érzékenység, veszélyeztetettség fogalmak a környezetvédelem terén rendkívül sokféle vonatkozásban alkalmazhatók, de ehhez szükség van rendszerfelfogású definiálásukra.

Fogalmak rendszerelméleti értelmezése

A természeti rendszerek érzékenységét egy konkrét antropogén hatással szemben, a rendszernek az eredeti állapot visszaállítását szabályozó képességeként definiáltam. Véleményem szerint a rendszerek sérülékenységét – ALFÖLDI (1994) megállapításaival összhangban – az érzékenységen túl, a rendszerek közötti anyagforgalmi kapcsolatokból adódó kompenzáció is befolyásolja. Azaz az érzékenység nem jelenti egyúttal a rendszer sérülékenységét is. A természeti rendszerek térbeli elrendeződése, az anyagforgalmi kapcsolatokból adódó kompenzáció, eredendően érzékeny rendszereket is kevéssé sérülékennyé tehet.

A környezetet terhelő emberi tevékenység alatt kizárólag a környezet meghatározott (természetes vagy attól eltérő) állapotára szuperponálódó hatást értem. A természetes eredetű, emberi szempontból esetlegesen káros adottságokat (pl. az arzénes rétegvizeket) a rendszer érzékenységét növelő tényezőnek tekintem.

A definíciókból adódóan környezetünk sérülékenysége:

– természeti rendszerek (sérülékenység tárgya) és potenciális emberi hatások (sérülékenység hatótényezője) vonatkozásában értelmezhető,

– az egymással szorosan összefüggő nyílt rendszerekben ellentétesen is változhat, mert közöttük anyagáramlás történik,

– az értékelés szempontjai, tényezői és módszerei – még ugyanazon rendszer különböző nagyságú alrendszerei vonatkozásában is – eltérhetnek egymástól.

Az előzőek alapján a környezet sérülékenysége vagy érzékenysége, úgy mint a környezet egészének tulajdonsága, nem értelmezhető. Ebből adódóan nem adható meg olyan univerzális empirikus vagy numerikus mutató, amely a felszín egy területelemére a környezet érzékenységét vagy sérülékenységét önmagában jellemezni tudná. A fogalmak korrekt használatánál ezért tisztázni kell az értelmezés tárgyát (a vizsgált rendszert) és hatótényezőjét (a környezetet potenciálisan terhelő emberi tevékenységet).

E felfogás alapján megmagyarázható az a tapasztalat, mely szerint a sérülékenység az egymással összefüggő nyílt rendszerekben ellentétesen is változhat. Azaz más lesz a talaj, a legfölső, vagy a több száz méter mélyen fekvő ivóvíztárolók sérülékenységi minősítése ugyanazon hatótényezővel szemben.

A továbbiakban a sérülékenység fogalmat előnyben részesítem az érzékenységgel szemben. A sérülékenység ugyanis a definíció értelmében magában foglalja a rendszer érzékenységét is. Az érzékenység és a sérülékenység fogalmak az emberi eredetű hatótényezővel, mint elméleti lehetőséggel számolnak és a rendszert ért hatások kompenzálódásának lehetőségét jellemzik. A természeti rendszerek veszélyeztetettségéről – a korábbi fogalom értelmezésnek megfelelően – csak a környezetet terhelő emberi tevékenységek tényleges fennállása esetén beszélhetünk.

Környezetgazdálkodási célú becslési folyamat

Az előzőekből következően a sérülékenységi becslések általános érvénnyel nem standardizálhatók. Ugyanakkor tisztázható a becslés környezetgazdálkodási célokat szolgáló folyamata, amely lehetővé teszi az eredmények bizonyos mértékű egységesítését (*5. ábra*).

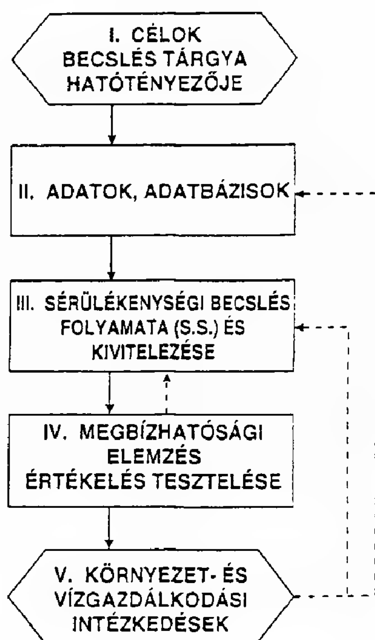
A becslési folyamat első lépése az értékelés céljának meghatározása. Célként szerepelhet a felszín alatti vízvédelemmel kapcsolatos információk minőségének javítása, a környezeti nevelés, az alternatív felszín alatti vízgazdálkodási módok hatásának elemzése, a területgazdálkodás céljainak szolgálata, területhasználati döntések segítése. A sérülékenységi becslés megkönnyítheti a potenciális szennyező tevékenységet folytató gazdálkodó egységek környezetvédelmi beruházásainak tervezését, havaria esetén a legveszélyeztetettebb objektumok kijelölését, a kárelhárítás megtervezését. A célokból következően az első lépésben tisztázandó a sérülékenységi becslés tárgya (mely környezeti elem), vonatkoztatási felülete, rétege vagy pontja. Idetartozik a sérülékenységi vizsgálat hatótényezőjének: általános vízoldható szennyező, specifikus szennyező, (mű-

trágyázásból adódó nitrát, galvanizálásból származó nehézfém stb.), öntözés, vízelvonás azonosítása.

Második lépés a célok megvalósításához szükséges mennyiségű és minőségű adatok körének meghatározása és összevetése a vizsgálati területre ténylegesen rendelkezésre álló adatháttérrel (számítógépes adatbázis, vagy hagyományosan adattárakban megtalálható adatok). Az adatháttér befolyásolja az alkalmazható sérülékenységi megközelítést, továbbá az eredményeken alapuló döntések, szabályozások megbízhatóságát is.

Maga a sérülékenység becslése, mint tudományos tevékenység, a környezetgazdálkodási célokat szolgáló tág folyamat harmadik lépéseként értelmezhető. A tanulmány következő alfejezetében az általános szennyezőre vonatkozó tudományos becslés folyamatát tárgyalom részletesen.

Az eredmények megbízhatóságának meghatározása jelenti a folyamat negyedik lépését. Az értékeléshez használt adatok, szempontok és módszerek megbízhatósági elemzését foglalja magába. A megbízhatósági elemzésekhez hozzátartozik az előzőekben értékelt tényezők választási szempontjainak minősítése, továbbá a tényleges szennyezési esetek tapasztalatainak összevetése a becslés eredményeivel. A megbízhatóság értékelése a felhasználók számára nélkülözhetetlen információkat jelent, hiszen feltárja az alkalmazás korlátait. Az értékelés tesztelése a megbízhatósági elemzés további fontos tartozéka lehet.



5. ábra. A sérülékenység környezetgazdálkodási célú becslési folyamata (s.l.)

Fig. 5. Algorithm for vulnerability assessment from environmental management purposes (s.l.)

A becslés elvégzése akkor nyer értelmet, ha eredményei megjelennek a környezet- és vízgazdálkodási intézkedésekben. Az intézkedések a területhasználati gyakorlat megváltoztatásától, a szennyezőforrások felszámolásától, vízbázisok körüli védőövezetek kijelöléséig, környezetvédelmi információk elterjesztéséig terjedhetnek. A sérülékenységi becsléseken alapuló intézkedéseket a szakértők által prognosztizált megbízhatósági faktorokkal összhangban, a bizonytalansági tényezőkkel csökkentve szabad megvalósítani.

Az 5. *ábra* további visszacsatolásokra is utal. A becslések hasznosításából származó tapasztalatok visszaültethetők az elméletbe és elősegíthetik a tudományos becslési folyamat továbbfejlesztését, továbbá a környezeti adatbázisfejlesztési irányokra is hatással lehetnek.

Általános szennyezőre vonatkozó tudományos becslés folyamata

A szakirodalom kritikai bemutatásából kitűnt, hogy a főkarsztvíztároló szennyezőkkel szembeni sérülékenységi értékelésének elvégzéséhez nem állt rendelkezésre egy követhető, jól bevált receptura. Elsődleges feladat volt az általános szennyezőre vonatkozó tudományos becslési folyamat elvi hátterének rögzítése (*6. ábra*). A séma három fő fázisra osztható: "alapok" (1–4. lépés), "vizsgálat" (5–8. lépés), "értékelés" (9–11. lépés). A folyamatábra alapján gyakorlatilag bármilyen típusú, ismeretességű és feltártságú felszín alatti víztartó rendszerre a becslés megvalósítható. Az ábra útmutatást ad a logikailag egymásra következő lépések elvégzéséhez. A séma az általános szennyezőn túl, gyakorlatilag bármilyen egyéb hatótényező és környezeti elem vonatkozásában is követhető. Az alkalmazás kiterjesztésének feltétele, hogy a sérülékenységi becslést végzőnek az alapok keretein belül rögzítenie kell az adott környezeti elemre és hatótényezőre vonatkozó sérülékenység értelmezését (1. lépés) és a vizsgálat szempontjait (2. lépés). Mindezeket alapul véve elvégezhető a vizsgálat, majd a sérülékenységi becslés.

Alapok (1–2. lépés)

A víztartó rendszer általános szennyezővel szembeni sérülékenysége – értelmezésemben – a rendszer azon becsült jellemzője, amely a felszínre vonatkoztatva megadja a felszíni eredetű közvetlen szennyezők víztartó rendszerre gyakorolt hatásának kompenzálási lehetőségét, a víztartó adott pontjáig történő tovaterjedés során. A sérülékenységi becslés vonatkoztatási felülete vagy pontja a vizsgálat célja függvényében határozható meg (1. lépés). Alapvető megállapítások:

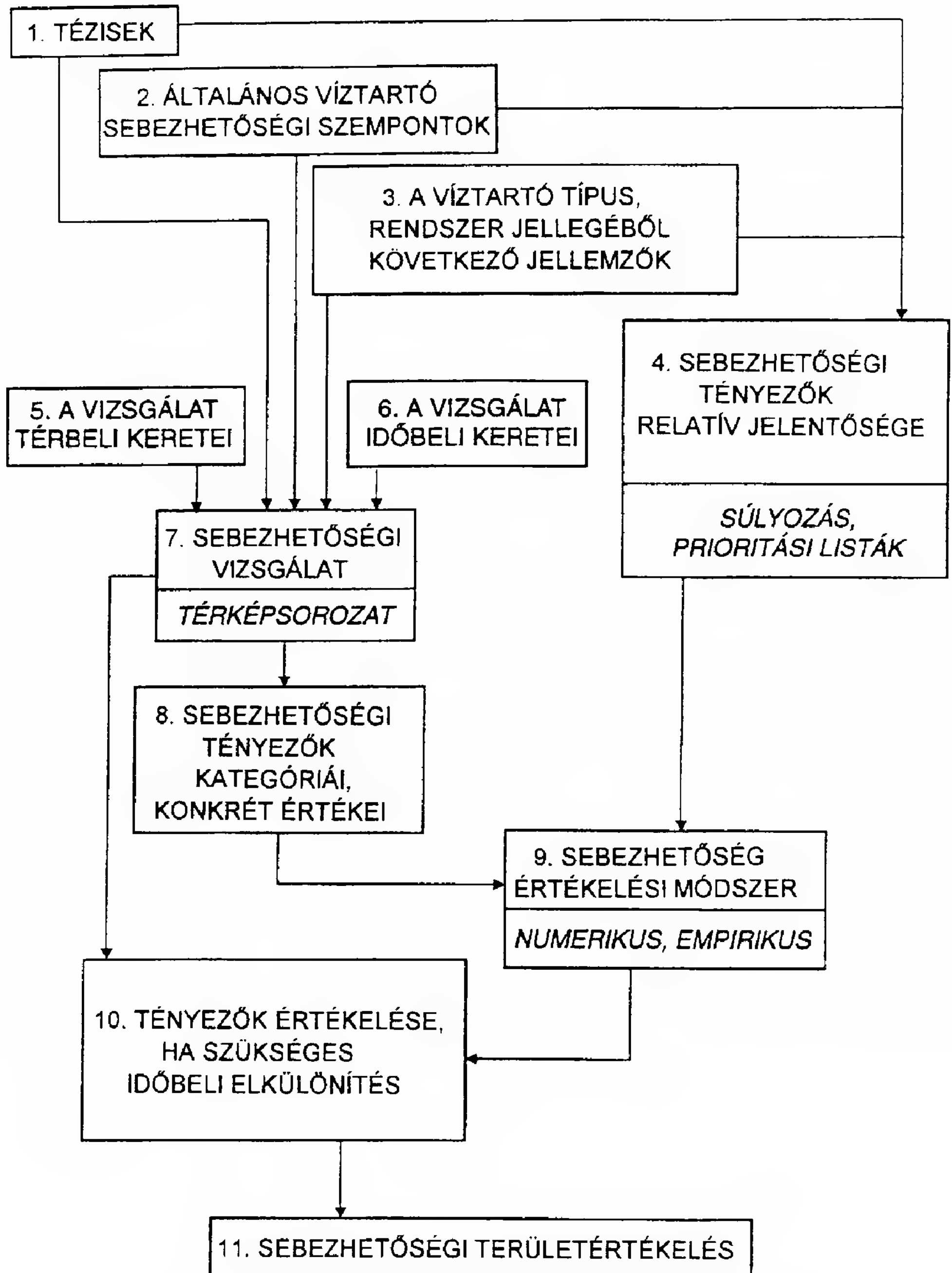
1. tézis: A sérülékenységi tényezők egymáshoz viszonyított jelentősége általános érvényességgel nem határozható meg.

2. tézis: A víztartó felszín alatti vízáramlási rendszerben elfoglalt térbeli helyzete, hidrodinamikája determinálja az összes többi paraméter víztartó sérülékenységre gyakorolt hatásának érvényesülését, ezért előnyt élvez a többi tényezővel szemben.

3. tézis: A víztartó rendszerek fizikai állapotát befolyásoló természeti hatások és emberi tevékenységek az általános szennyezővel szembeni sérülékenység időbeli és térbeli módosulását eredményezhetik. Mindezek következtében a sérülékenység a víztartó rendszereknek időben nem konstans jellemzőjük.

4. tézis: A víztartó rendszerek fizikai állapotát befolyásoló emberi tevékenységek másik következménye, a "direkt szennyezők" hiányában is bekövetkező vízminőség-módosulás. A sérülékenység értelmezésének ezért ki kell terjednie a "közvetett potenciális szennyezők" következményeire is.

A víztartó rendszerekre vonatkozó általános sérülékenységi értelmezés szempontjainak (2. lépés) megállapításához bizonyos megszorításokat kellett tenni. Feltételeztem, hogy a víztartó rendszer kvázi természetes állapotú. Ez azt jelenti, hogy belső és a szomszédos víztartó rendszerekkel fennálló dinamikus egyensúlyi állapota vízháztartását, fizikai állapotát ért emberi beavatkozások ellenére is fennáll. Következésképpen a rendszert érő emberi hatások közül csak az



6. ábra. A víztartó rendszerek általános szennyezővel szembeni sérülékenységének tudományos becslési folyamata (s.s.)

Fig. 6. Algorithm for scientific assessment of intrinsic vulnerability (s.s.)

általános szennyező elvi hatásával kell számolni. Az általános sérülékenység szempontjait felszíni eredetű, fiktív, direkt szennyezőre állapítottam meg. A sérülékenység feltételezett hatótényezője elvi, közvetett módon oldatba került vagy eleve vízben oldott szennyező. Az értelmezésnél a földtani képződmények szennyezőspecifikus viselkedése elhanyagolódik.

A vízben oldott szennyezők felszín alatti terjedésének előidézője a víz szivárgása, áramlása, ezért a sérülékenységi értékelésnél a víztartóban zajló vízmozgás dinamikája elsődleges (2. tézis). Alapvető fontosságú a felszín alatti áramlási kép – azaz az utánpótlódási és megcsapolódási területek helyzetének – figyelembe vétele. A hidraulikai rezsimjelleg mellőzésével kapott sérülékenységi érték a megcsapolódási zónákban – az ott jellemző pozitív vízmérlegből adódó sekélyebb vízszint folytán – nagyobb sérülékenységi fokozatot eredményez, mint a negatív vízmérleggel és relatíve mélyebb vízszinttel leírható utánpótlódási zónákban. Ugyanakkor annak lehetősége, hogy a vízszintet elérő szennyező tovább migráljon a felszín alatti vízrendszer mélyebb víztartói felé, szignifikánsan nagyobb az utánpótlódási zónákban. A vertikális migrációra a hidraulikus gradiens vertikális komponensének nagysága és iránya utal. Porózus medencebeli víztartókra, ha a hidraulikus gradiens pozitív, azaz felszín felé mutató, akkor további sérülékenységi vizsgálat szükséges. Ha negatív, akkor a hidraulikus alátámasztásnak köszönhetően elhanyagolható a vízszintet elért felszíni eredetű szennyező függőleges irányú mélybejutásának esélye.

Karsztos rendszereknél (Grundt-féle karsztok esetében) a szabadtükrű karsztrendszer részletes sérülékenységi vizsgálatra szorul, míg a leszorított tükrű karszt – amennyiben a potenciálviszonyok stabilak – nem érzékeny a függőleges szennyezőbejutásra. A vizsgált rendszer és környezete horizontális kapcsolataira, azaz a potenciális szennyező átadódási lehetőségekre szintén földtani, hidrodinamikai adatokból következtethetünk.

A továbbiakban kizárólag a felszínhez legközelebb lévő víztartó rendszerek sérülékenységét befolyásoló szempontokat (1. tézis) tárgyalom (*III. táblázat*). A mélyebben fekvő rendszerek sérülékenysége – a fentiek alapján – a felszínnel és a szomszédos víztartókkal fennálló térbeli, hidraulikai kapcsolataik révén becsülhető.

A felszínközeli víztartó rendszerek sérülékenységét befolyásoló szempontok

Factors influencing vulnerability of near surface aquifers

III. táblázat – Table III

SÉRÜLÉKENYSÉGI SZEMPONTOK	SÉRÜLÉKENYSÉGI TÉNYEZŐK
A szennyezők felszín alá jutása	topográfia, beszivárgás, kapcsolat a felszíni vizekkel, a felszíntől a víztartóig hatoló vízvezető üregek, tektonikai elemek
A szennyezők felszíntől a telített zónáig való hatolása	a talaj és a telítetlen zóna vagy a fedőréteg anyaga, vastagsága; a felszín alatti vízszint és ingadozás
A szennyezők telített zónabeli mozgása	a víztartó anyaga, vízvezető, vízszállító képessége; a vízmozgás iránya; felszín alatti vízválasztók, depressziók, vízdómok

Az általános sérülékenységi vizsgálatra ugyan megadhatók "univerzális" szempontok, de az értékelendő tényezők, azok forrásai mindig függenek a vizsgálat léptékétől. A regionális értékelések átfogó jellegűek és a döntéshozók tájékoztatását, országos szintű tervezési, oktatási célokat szolgálnak. A térképi ábrázolás 1:500 000-es, ill. kisebb méretarányú. Leggyakoribbak az áttekintő sérülékenységi vizsgálatok, melyek többnyire kizárólag archív információk alapján elkészíthetők. Tervezési, szabályozási és gazdálkodási igényeket elégítenek ki, a térképek méretaránya 1:50 000 és 1:200 000 között változik. Nagy igény lenne helyi területhasználati és tervezési célokat szolgáló lokális sérülékenységi feldolgozásokra, amelyekhez új feltárások szükségesek. A helyi sérülékenységi térképek méretaránya 1:25 000-es vagy nagyobb.

A víztartó jellegéből következő jellemzők (3. lépés)

A vizsgálandó víztartó tulajdonságaitól függő jellemzők egy része a víztartó típus (karsztos/porózus) és a víztartó rendszer jellegéből (lokális/regionális, szabadtükrű/artézi stb.) következő, általánosítható érzékenységi és sérülékenységi specifikumokat jelent.

A sérülékenységet meghatározó tényezők relatív jelentősége a víztartó rendszer típusára vonatkozóan (4. lépés)

A sérülékenységi specifikumok ismeretében súlyozással, vagy prioritási listák segítségével adható meg a sérülékenységi jellemzők egymáshoz viszonyított jelentősége, az adott víztartó rendszerre vonatkozóan.

Sérülékenységi vizsgálat (5–8. lépés)

A tudományos sérülékenység értékelési folyamatban a további lépések konkrétan a víztartó rendszerek vizsgálatára vonatkoznak, ezeket itt csak röviden ismertetem. A vizsgálat megkezdése előtt szükséges rögzíteni a térbeli (5. lépés) és időbeli (6. lépés) kereteket. A térbeli keretek a vizsgálandó víztartó rendszer lehatárolását jelentik: vertikálisan a fekü és a fedő irányában, horizontálisan a szomszédos víztartók felé. Meg kell határozni továbbá a rendszer litológiai és vízföldtani jellemzőit. Az időbeli keretek a sérülékenységi vizsgálat időpontjainak megállapítását fedik. A több időlépcsős vizsgálat akkor válik szükségessé, ha a tároló rendszer vízforgalmát mesterséges hatások a dinamikus egyensúlyt érintően befolyásolják.

A fentiek ismeretében az egyes szempontokra elvégezhető a sérülékenységi vizsgálat (7. lépés) és elkészíthető a sérülékenységi térképsorozat (8. lépés), amely a becslés alapjául szolgál.

A sérülékenységi értékelés lépései (9–11. lépés)

A sérülékenységi értékelési módszerek (9. lépés) nem általánosíthatók. A víztartó típus és rendszer jellege (3, 4. lépés), a sérülékenységi tényezők konkrét értékei, kategóriái a 8. lépés függvényében állapíthatók meg. A módszerek empirikus, numerikus jellegűek lehetnek.

A sérülékenységi értékelés, a sérülékenységi értékeket bemutató térképsorozatot (7–8. lépés) felhasználva, a megválasztott módszer (9. lépés) segítségével végezhető el (10. lépés). A területértékelés kétdimenziós jellege folytán a szennyezők víztartóba jutását és tovaterjedését szabályozó tényezők külön tárgyalást igényelnek. Első szintű értékelés a felszín alá hatolást és a víztartóhoz jutást meghatározó függőleges irányban változó tényezők alapján lehetséges. Második szintű minősítés a víztartóba bejutó szennyezők tovaterjedési lehetőségeit, a vízszintesen változó tényezőket figyelembe véve történhet. Szükség esetén az idővel bekövetkező változások, a vertikális és a horizontális tényezőkre is új feldolgozást tehetnek szükségessé.

Az általános sérülékenységi értékelés célja és eredménye – a felszíni eredetű fiktív, vízben oldott szennyezők víztartóba jutása és víztartóbeli hígulási lehetősége alapján – a felszínre vonatkozó területi differenciálás (11. lépés). Ez a megközelítés lehetővé teszi egységes méretű területelemekre vonatkozóan – a térinformatika fogalmaival élve – raszteresen a sérülékenységi értékek összehasonlítását. Hasonlóképpen az eredményeket felhasználva – vektoros értékeléssel – a felszínen lehatárolhatók olyan területek, amelyeket minden, a vizsgált rendszerre vonatkozó sérülékenységi tényező azonos értéke, ill. értékintervalluma jellemez. Ezek sérülékenységi szempontból azonosan jellemezhetők és a szomszédos területektől elkülöníthetők.

A tudományos becslés eredményeit a vizsgálat környezetgazdálkodási folyamatába visszahelyezve, azok a megbízhatósági elemzés után jutnak el a döntéshozókhoz és környezetgazdálkodási szakemberekhez.

A dunántúli-középhegységi főkarsztvíztároló rendszer (DNy-i rész) sérülékenységi vizsgálata

A becslés célja, tárgya, hatótényezője (I. lépés)

A dunántúli-középhegységi főkarsztvíztároló rendszer (DNy-i rész) sérülékenységi becslése tudományos indíttatásból az alábbi célok megvalósítása érdekében történt:

(1) a felszín alatti víztartókra vonatkozó környezetgazdálkodási célú sérülékenységi becslésre (s.l.) (*5. ábra*) és az általános szennyezővel szembeni tudományos sérülékenységi becslésre (s.s.) (*6. ábra*) kidolgozott folyamat (vizsgálat, szempontok, térképi interpretálás, értékelési módszer stb.) bemutatása,

(2) a karsztos víztartó típus és a regionális karsztvíztároló rendszer érzékenységi és sérülékenységi sajátosságainak megállapítása,

(3) archív földtani, hidrogeológiai információk környezetgeológiai értelmezésének szemléltetése.

Az értékelés tárgyául – amely egyúttal mintaterületül is szolgált – a dunántúli-középhegységi főkarsztvíztároló rendszer (*7. ábra*) Móri-ároktól DNy-ra eső részét választottam. A főkarsztvíztároló az ország kiemelt felszín alatti víztároló rendszere, ezért fokozott védelmet igényel. A szabadtükrű tárolórészek egysé-

gesen rendkívül sérülékenynek minősülnek. A hatékony vízvédelem megszervezése megköveteli a rendszeren belüli területi sérülékenységi differenciálást. Az eredményeket felhasználva becsülhető a jelenlegi területhasználat főkarsztvízre gyakorolt hatása, továbbá a sérülékenység ismerete információkkal szolgál a területhasználat tervezésnél.

A tárolórendszer az 1960-as évek második felétől 1990-ig a sokéves átlagos vízforgalmat meghaladó mértékű bányászati célú víztelenítés hatása alatt állt. Ezért alkalmasnak bizonyult a dinamikus sérülékenységi faktorok időbeli megváltozásának szemléltetésére. A Dunántúli-középhegység viszonylag kedvező földtani, karszthidrológiai megkutatottsága is ezen mintaterület választását támasztotta alá.

A rezervoár egységessége folytán a Móri-ároknál történt elválasztás hidrodinamikailag nem indokolt, csupán a célok eléréséhez szükséges és elégséges területnagyság érdekében történt. A főkarsztvíztárolótól elszigetelt fosszilis telepfolyadékot tartalmazó zárt lokális karsztvíztárolók és az önálló természetes vízforgalommal rendelkező fedő-függő karsztvíztárolók sérülékenységi vizsgálatával nem foglalkoztam.

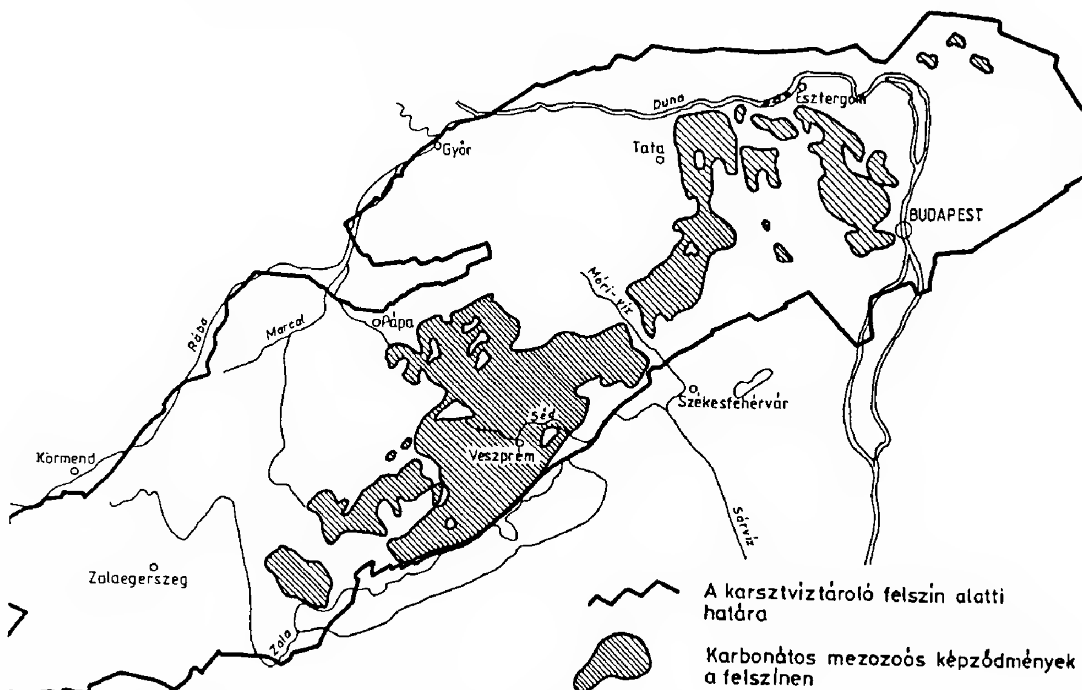
A becslés vonatkoztatási felülete a telített főkarsztvíztároló alatti összlet volt, definiált mélység nélkül. A kiemelten veszélyeztetett kutak, vízbázisok, források sérülékenysége az értékelés eredményeképpen szintén becsülhető.

A sérülékenységi értékelés hatótényezője vízzel együttmozgó, ún. általános szennyező. A szennyezőre vonatkozó megszorítások megegyeznek az előző fejezetben tett korlátozásokkal.

Adatok, forrásanyagok (II. lépés)

A feladat a célok, a mintaterület nagyságának, jellegének és a hatótényezőnek ismeretében áttekintő léptékű sérülékenységi becsléssel volt megoldható. A méretarány pontos megállapításához ismerni kellett a rendelkezésre álló adatsűrűséget. Nem állt rendelkezésemre egy, a földtani és vízföldtani információkat magában foglaló adatbázis. Céljaim módszertani jellegéből következően a becsléshez térképeken, szelvényeken feldolgozott alapinformációkat (talajtani, földtani, vízföldtani) használtam. A hozzáférhető térképek méretaránya többnyire 1:100 000-es volt, ezért a becslés kivitelezéséhez 1:200 000-es léptéket választottam. A sérülékenységi szempontból lényeges térbeli kapcsolatok tisztázására eredetileg 1:20 000-es méretarányban készült térképeket használtam. Ennél kisebb méretarány e célból nem lett volna kielégítő.

A publikált tanulmányokon fölül munkám alapjául szolgáltak a VITUKI Hidrológiai Intézete Felszín alatti vizek Hidrológiai Osztálya, az ELTE Alkalmazott és Műszaki Földtani Tanszéke, a KBFI Vízvédelmi Osztálya, az Aluterv-FKI, a Bauxitkutató Vállalat és a Magyarhoni Földtani Társulat Szakbizottsága bányászattal kapcsolatos földtani kutatásai, továbbá a bányászati vízemelések hatásait feldolgozó jelentései.



7. ábra. A dunántúli-középhegységi főkarsztvíztároló rendszer elterjedési vázlata

Fig. 7. Boundary of the main karst reservoir of the Transdanubian Central Range

A tudományos sérülékenységi becslés (s.s.) kivitelezése (III. lépés)

A becslés az általános szennyezővel szembeni sebezhetőségi értékelésre megállapított séma (6. *ábra*) alapján történt.

Alapok (1–4. lépés)

Az értékelés bázisát a víztartó rendszerek általános szennyezővel szembeni sérülékenységére megállapított definíció (1. lépés) képezte. Az általános sérülékenységi szempontokon (2. lépés) túlmenően itt a karsztos víztartó típus és rendszer jellegéből következő érzékenységi és sérülékenységi jellemzőkkel (3, 4. lépés) foglalkozom részletesen.

A karsztos víztartó típus térbeli helyzettől független általános érzékenységi jellemzőit a karbonátok rácsszerkezeti, kémiai, vízraktározási és vízvezetési adottságai határozzák meg. A karbonátok szennyező-elimináló képessége a porózus üledékekhez képest elhanyagolható. A hasadékok alakja, felületi adottságai nem kedveznek a felületi tisztulási folyamatoknak. A rácsszerkezeti kiegyenlítettség miatt, a karbonátokban lejátszódó ionadszorpció legfeljebb a határfelületen túlsúlyba kerülő hidroxil ionok gyenge kationvonzásában jelentkezhet. Ez bizonyos toxikus fémek kiválását elősegítheti. A karsztok legspecifikusabb érzékenységi jellemzője pufferoló képességük, melynek következtében

savas és lúgos kémhatású szennyezők közömbösítésében egyaránt hatékonyak. A karsztban a szennyezők koncentráció-csökkenésének a hidrodinamikai diszperzió a legjellemzőbb formája. Általános sérülékenységi értékelésnél a fönti hatások legfeljebb becsülhetők a földtani, hidrogeológiai adottságok alapján.

A karsztvíztároló rendszer térbeli helyzete szabályozza a karsztos víztartó típusából következő érzékenységi fokozat területi módosulását. A vizsgálat eltérő megközelítést igényel az ún. Katzer- és a Grundt-féle karsztrendszerekben. A jellemzően mészkő anyagú, önálló beszivárgási és megcsapolási alrendszerekből felépülő Katzer-karsztok (pl. a középhegységi függőkarsztok) sérülékenysége csak helyi léptékben vizsgálható, az alrendszerek lokális felderíthetősége folytán. A tárolón belüli járatok, víznyelők, szállítójáratok, akna-, vízszintes barlangok, mint érzékeny zónák kimutatása terepi karszthidrológiai módszerekkel lehetséges. A tektonikailag preformált hasadékok másodlagos kitöltése és a fedettség csökkentik a sérülékenységet, de a közvetlen csapadék utánpótlódás következtében a szennyezők víztartóba jutása nem zárható ki.

A főkarsztvíztároló Grundt-féle karsztként értelmezhető, azaz összefüggő potenciálfelületekkel leírható. Sérülékenységi értékelésénél a *III. táblázatban* szereplő szempontrendszer közvetlenül alkalmazható. A karsztvíztároló rendszer térbeli helyzete, szabadtükrű vagy nyomásalatti jellege szabályozza a karsztos víztartó jellegéből következő sérülékenység területi módosulását. Az elvben nem érzékeny nyomásalatti tárolók – a potenciálviszonyok tartós fennmaradása esetén – további differenciálást nem igényelnek.

A sérülékenységi tényezőket (4. lépés) a karsztok érzékenységi és sérülékenységi sajátosságait figyelembe véve súlyoztam. A vertikális migrációt befolyásoló szempontokra prioritási sort állítottam föl:

1. A karszt nyomásállapota, szabadtükrű tárolók esetén a fedettség (beleértve a talajt és a hasadékkitöltő anyagokat is).
2. A karsztvíztároló képződmény áteresztőképessége.
3. A leszivárgási zóna vastagsága.

Sérülékenységi vizsgálat (5–8. lépés)

Hazánk karsztvízkészletének mintegy 70%-át magában foglaló dunántúli-középhegységi főkarsztvíztároló rendszer (*7. ábra*), az ország regionális jelentőségű távlati vízkincse. A karsztos területeken fekvő települések távlati ivóvízellátásához szükséges vízkészleteken túl, az azokon kívül eső vízhiányos régiók ellátását is képes elősegíteni. Az 1960-as évek második felétől 1990-ig a tároló a sokéves átlagos vízforgalmat meghaladó mértékű bányászati víztelenítés hatása alatt állt. A vízelvonás felborította a karsztvízháztartás eredeti dinamikus egyensúlyi állapotát és tartós károkat okozott a mennyiségi vízkészletben. A főkarsztvíztároló ugyanakkor a vízminőség szempontjából is veszélyeztetett. A vízkészlet utánpótlódási területéül szolgáló szabadtükrű tároló, a rezervoár egészében közel 3000 km^2-re becsülhető. Felszíne intenzíven használt lakossági, ipari, mezőgazdasági célból egyaránt. A karsztrendszer sérülékenysége miatt – a 3/1984. (V. É. II. 7.) számú OVH rendelkezés alapján – teljes egészében kiemelt vízminőségvédelmi terület.

A főkarsztvíztároló (*7. ábra*) a Dunántúli-középhegység regionális elterjedésű, DNy–ÉK-i csapású, hidraulikus vezérlésű geotermikus áramlási rendszerrel (ALFÖLDI 1979, 1982a, b, 1986) jellemzett mezozóos karbonátos alaphegységi pásztája.

Egységes felszín alatti lefolyási–áramlási rendszer (LORBERER 1986). Határait, vízföldtani jellemzőit a magyar-középhegységi (Pelsoi) egység fejlődéstörténete, szerkezetalakulása határozza meg (5. lépés).

A Dunántúli-középhegység DNy-i részén a főkarsztvíztároló képződmények áttekintő bemutatására az előforduló formációkat – irodalmi adatok (BENCE et al. 1990; GERBER et al. 1975; GONDÁRNÉ SŐREGI & GONDÁR 1988; LORBERERNÉ SZENTES 1986, 1987, 1989a, b, c, 1990; CSÁSZÁR 1991) alapján – összegyűjtve jellemeztem (*IV. táblázat*) kőzetanyag, vastagság és hidrológiai jellemzők tekintetében. Az értékelést a felszínen is előforduló fekü képződményekre és a fedő karsztvíztárolókra is kiterjesztettem. A hasonló vízvezető-, vízáteresztő-, víztároló-, vízszállító képességgel jellemzett formációkat hidrosztratigráfiai egységekbe (MAXEY 1965 in TÓTH 1978) soroltam és minősítettem.

A sérülékenységi vizsgálat időhatárait (6. lépés) a rendszer vízforgalmát érintő természetes hatások (meteorológiai nagyperiódus) (MÁDLNÉ SZŐNYI 1990, 1994) és a mesterséges beavatkozások (vízkivételek) következményeit figyelembe véve állapítottam meg. Kvázi zavartalannak tekintettem a rendszert 1950. január 1-i állapotában. A vizsgálat másik időhatárát 1989. január 1-hez kötöttem, mert vízháztartási szempontból ez a rendszer szélsőséges állapotaként értékelhető. A víztartó rendszer általános szennyezővel szembeni sérülékenységét kvázi természetes és szélsőségesen befolyásolt vízháztartás mellett egyaránt megvizsgáltam.

A dunántúli-középhegységi főkarsztvíztároló rendszer DNy-i részének áttekintő léptékű – általános szennyezőre vonatkozó – sérülékenységi vizsgálatát (7, 8. lépés) a karsztérzékenység és sérülékenység sajátosságait szem előtt tartva végeztem el. Az eredményeket 1:25 000-es léptékű hidrosztratigráfiai és sérülékenységi szelvényeken, valamint 1:200 000-es méretarányú sérülékenységi térképváltozatokon szemléltettem.

Minden egyes sérülékenységi tényezőre tárgyaltam: (1) a tényező értékelésének szempontjait; (2) a felhasznált forrásanyagokat; (3) a használt alapadatok környezetföldtani értelmezését; és végül elvégeztem a tényező (4) értékelését kvázi természetes és víztermeléssel befolyásolt állapotban.

Térbeli, hidrodinamikai helyzet (1. térkép)

(1) A főkarsztvíztárolón belül a felszíni eredetű szennyező behatolásával szemben eltérően viselkedő szabadtükrű és nyomásalatti tárolórészeket különítettem el. Az elválasztás a főkarsztvíztároló felszíne és az eredeti karsztvízdomborzat metszésvonala alapján történt.

(2) A főkarsztvíztároló felszínének megállapításához első közelítésben a vele azonosnak tekintett felső-kréta előtti mezozóos karbonátos alaphegység-domborzat szintvonalas térképét (LORBERER 1986) használtam. Az "eredeti" karsztvízdomborzatot LORBERER (1985) karsztvízszint-térképéről vettem át.

(3) Kvázi természetes állapotban a választóvonal sérülékenységi határként értelmezhető. A befolyásolt állapotra is használható az eredeti 1950-es elhatárolás, mert a szabadtükrű és a nyomásalatti tárolórész határának elmozdulása – a potenciáleloszlás megváltozása következtében – az alaphegység felszínének

a karsztvíz gradiensnél jóval nagyobb esése miatt, a vizsgálati lépték mellett nem ábrázolható.

(4) A szabad karsztvízszinttel jellemzett tárolórészt a függőleges szennyezők behatolásával szemben sérülékenynek minősítettem és a továbbiakban részletesen megvizsgáltam. A leszorított tükrű fedett rezervoár-rész sérülékenységét a főkarsztvíztároló és a fedő rétegvíztartók relatív potenciakülönbsége függvényében értékeltem.

Kvázi természetes állapotban a karszt potenciálja nagyobb volt a felső-pannon rétegvízénél (LORBERER 1986), a Keszthelyi-hegységtől Ny–ÉNy-ra fekvő vasi és zalai dombvidék, valamint a Balatonfűzfő, Vilonya és Berhida közötti rész kivételével. Ez a szennyezett felszíni eredetű vízrészecskék főkarsztvízbe jutását – a rétegvíztartók közvetítésével – a két hidrodinamikai ablak kivételével elvben is kizárta.

Befolyásolt állapotban a leszorított tükrű részből termelt karsztvíz potenciális utánpótlódási lehetősége nyílt meg a rétegvíztartók felől. A vizsgált 1989-es évben, a DNy-i tárolórész egész területén ez a szélsőséges állapot állt fenn. Ez az utánpótlódás "direkt szennyezők" hiányában is vízminőségváltozást okozott a termelt karsztvíz összetételében, amire utal az alkáliák kimutatott koncentrációnövekedése (LORBERER 1986). A 4. tézis értelmében tehát, a víztermelés hatása itt "közvetett szennyező"-nek minősíthető. Befolyásolt állapotban elvben a "direkt szennyezők" – rétegvíztartók közvetítésével történő – bejutása sem zárható ki a természetes állapotban leszorított tükrű fedett karsztba. Ennek gyakorlati esélye azonban jelentéktelen a fedőüledékek 100 m-t is meghaladó vastagsága mellett fellépő hígulás következtében.

A leszorított tükrű fedetett rezervoár-részt – a felszíni eredetű szennyezők függőleges behatolásával szemben – sebezhetetlennek minősítettem természetes és befolyásolt állapotban egyaránt.

Kapcsolatok a szomszédos rendszerekkel (1. szelvény)

(1) Szelvények mentén vizsgáltam a potenciálisan sérülékeny szabadtükrű és az elvben nem sérülékeny leszorított tükrű tárolórészek közötti oldalirányú kapcsolatot. Elemeztem a főkarsztvíztároló fedő-függőkarsztos, rétegvizes tárolókkal és a fekü hasadékvíztárolókkal valószínűsíthető, vertikális kapcsolatait.

(2) A kapcsolatok bemutatásához kiindulásként a Bakony-hegység 1:20 000-es földtani térképsorozatában szereplő földtani szelvényeket (MÁFI) használtam. A kapcsolatok szemléltetéséhez az 1:25 000-es méretaránynál kisebb lépték nem lett volna elegendő. A szelvényirányokat az 1. térképen kicsinyítve ábrázoltam.

(3) A földtani szelvények sérülékenységi célú értelmezését két lépésben végeztem el. Először hidrosztratigráfiai szelvényeket szerkesztettem. A hidrosztratigráfia a kőzetváz permeabilitás-különbségeken alapuló tagolása. A módszert és az elnevezést G.B. MAXEY (1965 in TÓTH 1978) javasolta alkalmazni.

A hidrosztratigráfiai szelvényeken elkülönítettem a karsztvíztároló kőzetek paleozóos feküjét, egységes kategóriába soroltam az eocénnél fiatalabb fedőképződményeket. A karsztvíztároló rendszer képződményeit – irodalmi adatok (*IV. táblázat*) alapján – "kiváló", "jó", "közepes" vízvezető képességű, "vízrekesztő, gyenge vízvezető" és "vízrekesztő, tömegében vízzáró" tapasztalati kategóriákba rendeltem. A hidrosztratigráfiai szelvények a vizsgált földtani szituációban víztartóként és vízrekesztőként, továbbá feküként és fedőként funkcionáló képződmények vertikális elkülönítését szolgálták.

A főkarsztvíztároló rendszer (DNy-i) rész képződményeinek áttekintése

Overview of formations of the main karst reservoir (SW)

IV. táblázat – Table IV

Kor		Formáció neve	Litológiai jellemzés	Vastagság (m)	Hidrológiai jellemzés	Hidrosztratigráfiai egység jellemzése	Megjegyzések
HARMADIDŐSZAK	Pannon	Nagyvázsonyi Mészkő F.	Édesvízi csiga kőbelekben gazdag kriptokristályos, makroporózus, vagy tömör halvány sárgásszürke 10–50 cm vastag mészkő, márga, huminites agyag, csillámos homokrétegek előfordulásával (91)	20–70		Jó vízvezető, vízáteresztő kőzet	Előfordulás: Nagyvázsonyi medence, Várpalota–Guttamási medence
	Pannon	Kapolcsi Mészkő F.	Kemény, tömör, kriptokristályos, 5–30 cm vastag mészkőrétegek, közéjük települő gyöngykavics, kvarchomok, aleurit, szürke agyagmárga (84)	0,4–10	Magas terrigén-anyag tartalmú mészkő	Jó vízvezető kőzet	Előfordulás: Kapolcs–Nagyvázsonyi medence, Gyulafirátóti-medence, Kádárta környéke
	Miocén	Rákosi Mészkő F.	A terrigén anyag (kavics, homok) mennyisége a szelvényben fölfelé nő. Lithothamniumos mészkő 1–2 cm-es, jól kerekített, beágyazott kvarckavicsokkal, alul tufasávok, bentonitos bemosódás (76)	–		Jó vízvezető kőzet	Balatonudvari–Balatonalmádi környékén megcsapolja a T-tárolót, összegyűjti vizét és elvezeti a Balaton felé
	Oligocén	Iharkúti F.	Meszes kötőanyagú konglomerátum, keresztrétegzett homok és szürke agyagos rétegek (69)	0–20 Iharkúton 50		Jó vízvezető kőzet	Valószínűleg nem képez önálló víztároló egységet, hanem a felszínen beszivárgó csapadékot akadálytalanul továbbítja a fekü Szőci Mészkő F., Ugodi Mészkő F., ill. mezozóos víztárolók felé
	Eocén	Nagysápi F.	Meszes homokkő, homokos mészkő, világosszürke nummuliteszes mészkő, biotitos tufaszórás nyomokkal	max 80	A terrigén anyag jelenléte miatt nem jól karsztosodott	Közepes–jó vízvezető, vízáteresztő	A Szőci Mészkő F.-val fedőkarsztot alkot, attól a vizsgálati lépték mellett nem különíthető el
	Eocén	Halimbai Tufit F.	Zöldesszürke, szürke márga, felső részén meszes–homokos betelepülésekkel, dm-es biotitos tufitos csíkokkal	max 200		Vízrekesztő összlet	
	Eocén	Móri Aleurolit F.	Zöldesszürke, szürke márga, aleurit, foraminiferás agyagmárga (68)	50–200		Vízrekesztő összlet	
	Eocén	Csabrendeki Márga F.	Zöldesszürke mészmárga, márga, nagy mennyiségű glaukonitszemcsével, biotitos, tufitos nyomokkal	50–80		Vízrekesztő, legfeljebb gyenge vízvezető összlet	
	Eocén	Szőci Mészkő F.	Alsó része gumós, felső része lemezes, táblás megjelenésű főnummuliteszes mészkőösszlet Többé-kevésbé agyagos, (62–67) kisebb részben tiszta mészkő, mészmárga	40–300	Az agyagtartalom miatt gyengén karsztosodott	Jó vízvezető, vízáteresztő képződmény	Fedőkarsztot alkothat, összefügghet a főkarsztvíztárolóval. Zalában fosszilis, sós telepfolyadékokat tartalmazhat
	Eocén	Móri Aleurolit F.	Az ÉK-bakonyi kőszéntelepek közvetlen fedőrétegei, korallos molluscás márga–agyagmárga, aleurit homokrétegek váltakozása	10–20		Lokális vízrekesztő	
	Eocén	Tatabányai F.	Ingressziós, barnakőszenes üledékek köztes és fekvő sorozata agyagos, homokos, kavicsos, helyenként édesvízi mészkő közbetelepülés (61)	10–50	A széntelepek vízrekesztőek, az alapkonglomerátum, az édesvízi mészkő hasadékvíztároló	Vízrekesztő, gyenge vízvezető	
	Eocén	Gánti Bauxit F.	Barnásvörös/vörösbarna, kagylós törésű, rétegzetlen, többé-kevésbé homogén bauxit (59)			Lokális vízrekesztő	

Kor			Formáció neve	Litológiai jellemzés	Vastagság (m)	Hidrológiai jellemzés	Hidrosztratigráfiai egység jellemzése	Megjegyzések
Mezozoikum	Kréta	Felső kréta	Polányi Márga F.	Szürke márga, homokos–kőzetlisztes márga, mészmárga, agyagos mészkő (58)	Bakony: 200–300 ÉK-i előtér: 400–500	Törések mentén karsztosodhat	Tömegében vízrekesztő képződmény	
Mezozoikum	Kréta	Felső kréta	Ugodi Mészkő F.	60–80%-ban tiszta biogén mészkő, uralkodóan rudista váztöredékek anyagából épül fel, gyakoriak benne a márgás betelepülések (57)	Nagylengyel: 250 Bakony: 100–150	Jól karsztosodott	Kiváló vízáteresztő, vízvezető kőzet	Legjellemzőbb hidraulikai helyzete a főkarsztvíztárolótól független függőkarsztvíz tároló. Zalában zárt, fosszilis telepfolyadék jellegű sósvíztároló. Lokális előfordulásaiban összefügg a főkarsztvíztárolóval
Mezozoikum	Kréta	Felső kréta	Jákói Márga F.	Szürke márga, kőzetlisztes márga, mészmárga, gyakori lumachella betelepülésekkel (56)	Zala. 50–300 Bakony: 20–100		Tömegében vízrekesztő képződmény	Döntő szerepű az Ugodi Mészkő F.-ban tárolt víz főkarsztvíztárolótól való elszigetelésében
Mezozoikum	Kréta	Felső kréta	Ajkai Kőszén F.	Kőszén, kőszenes agyag, kisebb mennyiségben pélites, karbonátos, finomtörmelékes kőzetek, lumachella közbetelepülésekkel (55)	–	A kőszenes rétegek vízrekesztőek, a laza homokos rétegek rétegvíztárolók	Gyenge vízvezető összlet	A vízzáró rétegek közé ékelődött homokrétegek csekély vastagságúak, valószínűleg lencsés kifejlődésűek. Hidraulikailag vetők mentén a főkarszttal összefügghetnek, illetve attól elkülönülő, önálló nyomásszinttel rendelkező rétegvíztárolókat alkothatnak
Mezozoikum	Kréta	Felső kréta	Csehbányai F.	Tarka agyag, agyagos kőzetliszt, nagy dolomittartalmú homok, kavics, szürke kőszénnyomos agyagrétegek (54)	25–200		Vízrekesztő, legfeljebb gyenge rétegvíztároló vízvezető	A kavics, konglomerátum hidraulikai kapcsolatban állhat a főkarsztvíztárolóval
Mezozoikum	Kréta	Felső kréta	Halimbai Bauxit F.	Bauxit, bauxitos agyag, jelentős elterjedésű, egyenletes vastagságú telepek (pl Halimba). Kisebb méretű, de jelentős vastagságú töbrökben felhalmozódott bauxittestek (pl. Iharkút)	–		Lokális vízrekesztő	
Mezozoikum	Kréta	Középső kréta	Pénzeskúti Márga F.	Glaukonitos, aleuritos homokkő, lumachella, dolomitos márga agyagmárgás gumós mészkő (53)	≤ 470		Regionális vízrekesztő képződmény	A Zirci Mészkő F. és a Szőci Mészkő F. függőkarszt rendszerének elszigetelésében van szerepe
Mezozoikum	Kréta	Középső kréta	Zirci Mészkő F.	Kemény, világosbarna/barnás színű mészkő, többnyire vastagpados, részben félig kristályos, részben tömör és kagylóhéjas (47–52)	É-i Bakony: max. 50 D-i Bakony: max.200	Jól karsztosodott	Kiváló vízáteresztő, vízvezető kőzet	Tipikus függőkarszt, saját dinamikus vízkészlettel
Mezozoikum	Kréta	Középső kréta	Tési Agyagmárga F.	Munieriás agyagmárga, agyag, ritkábban márgarétegek váltakozása. Homok csak elvétve fordul elő. Sajátos elem: a növénytörmelékes, kőszenes agyag (46)	1–220		Regionális vízrekesztő, legfeljebb gyenge vízvezető képződmény	
Mezozoikum	Kréta	Középső kréta	Alsóperei Bauxit F.	Karbonát törmelékes bauxitos vörös agyag, brecsás szerkezetű agyagos bauxit, pizoidos, foltos kalcitmentes bauxit (42)	2–9		Lokális vízrekesztő képződmény	
Mezozoikum	Kréta	Középső kréta	Tatai Mészkő F.	Gyakori a tűzkő átitatódás a világosszürkétől a sötétszürkéig terjedő, kissé homokos, esetenként glaukonitos, csaknem teljes egészében echinodermata vázelemekből felépülő kőzet (44)	~ 50–100	Kevéssé karsztosodott	Jó vízvezető vízáteresztő kőzet	Kis vastagságban lokális függőkarsztot alkothat. Nagyobb vastagságú kifejlődései a mélyebb süllyedékekben a főkarsztvíztároló képződményekre települnek és azokhoz kapcsolódnak

Kor			Formáció neve	Litológiai jellemzés	Vastagság (m)	Hidrológiai jellemzés	Hidrosztratigráfiai egység jellemzése	Megjegyzések
MEZOZOIKUM	Kréta	Alsó kréta	Sümegi Márga F.	Aleuritos, homokos, glaukonitos márga, mészkő (42)	15–20		Vízrekesztő, legfeljebb gyenge vízvezető összlet	
			Borzavári Mészkő F.	Echinodermatákban, brachiopodákban gazdag, rétegszerűen kovával átitatott mészkő	1–12	A kovás átitatódás miatt gyengén karsztosodott		
		Alsó kréta–Malm	Mogyorósdombi Mészkő F.	Biancone/majolika. Szürkésfehér, sárgásfehér, rózsaszínes 3–15 cm-es rétegvastagságú mészkő, változó mennyiségű tűzkőlencsével, illetve réteggel, a fölső részen a tűzkő kimarad, dominál az agyagközös, agyagfilmes jelleg (39) (40) (41)	–	Agyagfilmes, tűzköves, rosszul karsztosodott mészkő, vetők mentén vízvezető		
	Jura		Szentivánhegyi Mészkő F.	Fehér, illetve világos rózsaszínű, vékonypados, agyagfilmes sztilolitos szerkezetű, makrofaunában szegény mészkő. Crinoideás vázelemekben gazdag, lombardiás változata is ismert (37, 38)	1–23	Az agyagfilmes mészkő rétegiapjai mentén vízáramlás feltételezhető, vetők mentén vízvezető	Összességében közepes vízáteresztő, vízvezető összlet	
		Malm	Pálihálási Mészkő T.	Vörös színű, vékonyréteges, gumós- agyagközös ammoniteszekben gazdag képződmény, egy radioláriás mészkőpad közbetelepüléssel	≈ 16	A radioláriás mészkőpad vízzáró, a képződmény vetők mentén vízvezető		
		Dogger	Lókúti Radiolarit	Fakóvörös, szürke barnásvörös lemezesen széteső tűzkőgumós márga. Radioláriák amorf vázanyagából képződött tűzkő	–	Vízrekesztő		
			Tölgyháti Mészkő F.	Vörös ammoniteszes, illetve vörös gumós ammoniteszes mészkő	5–30	Vetők mentén vízvezető		A főkarsztvíztárolótól elkülönült függőkarsztot is alkothat
			Eplényi Mészkő F.	Lemezes, agyagközös, tűzkőlencsés márga, mészkő (34)	30–80	Tűzkő, agyagtartalom miatt gyengén karsztosodott, vetők mentén vízvezető		A jura képződmények összvastagsága a Bakonyban 200–250 m, amely csekély elterjedéssel párosul. Ez indokolta, hogy hidrosztratigráfiailag a főkarsztvíztárolón belül egységes egésznek tekintsem a Kardosréti Mészkő F.-nál fiatalabb jura képződményeket
		Liász	Kisgerecsei Márga F.	Változó agyagtartalmú vörös gumós ammoniteszes márga (32) (33)	1,5–11	Vízrekesztő, legfeljebb gyenge vízvezető		
			Úrkúti Mangánérc F.	Kísérő fedőképződmény: finomsávos (radioláriás) agyagmárga. Bezáró képződményekhez képest nagyobb agyag- és mangántartalom. Karbonátos és oxidos kifejlődésű mangánércteiepek. (29) (30) (31)	–	Vízrekesztő		
			Tűzkövesárki Mészkő F.	Vörös, agyagfilmes rétegfelszínű ammoniteszes mészkő (28)	–	Vas-, mangán-oxid kéreg miatt gyengén karsztosodott. Vetők mentén vízvezető kőzet		
			Hierlatzi Mészkő F.	Vörös, világosszürke ősmaradványban gazdag mészkő (27)	–	Vetők mentén vízvezető kőzet		

Kor			Formáció neve	Litológiai jellemzés	Vastagság (m)	Hidrológiai jellemzés	Hidrosztratigráfiai egység jellemzése	Megjegyzések
Mezozoikum	Jura	Liász	Isztiméri Mészkő F.	Szürke, tűzköves mészkő (26) Tűzköves rhynchonellás mészkő (25)	40–120	A tűzkőgumók miatt gyengén karsztosodott, de vetők mentén vezetheti a vizet	Összességében közepes vízáteresztő, vízvezető összlet	A jura képződmények összvastagsága a Bakonyban 200–250 m, amely csekély elterjedéssel párosul. Ez indokolta, hogy hidrosztratigráfiailag a főkarsztvíztárolón belül egységes egésznek tekintsem a Kardosréti Mészkő F.-nál fiatalabb jura képződményeket
			Pisznicei Mészkő F.	Brachiopodás, crinoideás mészkő (24)	1–10			
			Kardosréti Mészkő F.	Homogén, kozepes rétegvastagságú, finomkristályos mészkő, dachsteini típusú liász mészkő (23)	50–150	Tektonikusan preformált irányokban kiválóan karsztosodott kőzet	A hasadékok, repedések mentén kiválóan vízáteresztő, vízvezető kőzet	
	Triász	Felső Triász	Dachsteini Mészkő F.	Vastagpados mészkő, vékony agyag, márga, agyagos mészkő dolomitos mészkő betelepülésekkel (21)	500–1000			
			Kösseni F.	Sötétszürke márga, mészmárga, kőzetlisztes márga, dolomitmárga, dolomit, mészkő közbetelepülésekkel (20)	20–300		Vízrekesztő, gyenge vízvezető képződmény	
			Rezi Dolomit F.	Szürke, vékonyréteges lemezes bitumenes dolomit és pados, vastagpados, likacsos bitumenes dolomit (19)	5–300		Jó vízvezető képződmény	
			Fődolomit F.	A tömeges vastagpadostól a vékony rétegesig változó, csaknem kizárólag dolomit kőzetekből álló összlet (18)	1500–2000	A pórusvíztárolókhoz hasonló viselkedésű, tömegében áttört kőzet	Kiváló vízvezető, vízáteresztő képességű kőzet	
			Sándorhegyi Mészkő F.	Dolomittartalmú, ill. dolomit közbetelepüléseket tartalmazó agyagmárga. Laminitesen rétegzett bitumenes mészkő, vastagpados mészkő	100–120		Összességében jó vízvezető, vízáteresztő képességű heterogén képződmény	
			Edericsi Mészkő F.	Tiszta $CaCO_3$ tartalmú zátonymészkő, részben, illetve teljesen dolomitosodott lehet	150–250		Kiváló vízvezető képességű képződmény	
			Veszprémi Márga F.	Szürke agyagmárga, márga közbetelepülésként agyagos mészkő mészkő, dolomitos mészkő, dolomit (16) (17)	300–1000	Vízrekesztő márgaszintek között jól karsztosodott mészkőpadok	Réteges kifejlődésű tömegében vízrekesztő összlet	A márgaösszlet lelassítja a függőleges lefelé szivárgást, gyorsabb lefelé mozgás csak a hasadékok mentén lehetséges. A főkarsztvíztároló hidraulikai egységét nem bontja meg
		Középső Triász	Budaorsi Dolomit F.	Szurke, piszkosfehér dolomit, a diploporák kioldódása miatt likacsos (14) (15)	< 1000	A bentonitosodott tufarétegek vízrekesztőek, egyébként kiválóan illetve jól karsztosodott kőzetek		
			Füredi Mészkő F.	Táblás, pados, gumós mészkő (13)	5–60			
			Buchensteini F.	Gumós, tűzköves mészkő és tufa, tufit. Közbetelepülésként vékonyréteges mészkő és dolomit (10) (11) (12)	≤ 80			

Kor			Formáció neve	Litológiai jellemzés	Vastagság (m)	Hidrológiai jellemzés	Hidrosztratigráfiai egység jellemzése	Megjegyzések
MEZOZOIKUM	Triász	Középső triász	Tagyoni Mészkő F.	Tiszta $CaCO_3$ -ból álló pados mészkő	–	Kiválóan, illetve jól karsztosodott kőzetek, a kőzetrések brecscsás, kalcitos vagy agyagos kitöltése korlátozza vízelvezető képességüket	Jó vízvezető, víztároló képződmények	
MEZOZOIKUM	Triász	Középső triász	Felsőörsi Mészkő F.	Kagylós mészkő (9). Vékonypados mészkő, agyagközös tufit mészkőgumó közbetelepülésekkel, mészmárga, márga dolomitos márga	~ 30			
MEZOZOIKUM	Triász	Középső triász	Megyehegyi Dolomit F.	Pados, vastagpados cukorszövetű dolomit, rideg, tektonikai hatásra erősen összetört, porlott (8)	≤ 200			
MEZOZOIKUM	Triász	Középső triász	Iszkahegyi Mészkő F.	Lemezes, márgás bitumenes mészkő (7)	100–150	Gyengén karsztosodott mészkő, dolomit. A vízmozgás a kőzetrések, likacsok, réteglapok mentén történik.	Tömeges kifejlődésű, közepes víztároló és vízvezető képződmények.	
MEZOZOIKUM	Triász	Középső triász	Aszófői Dolomit F.	"Rauchwacke" dolomit rideg, merev, cukorszovetű mikrokristályos sejtes dolomit (6)	80–100			
MEZOZOIKUM	Triász	Alsó triász	Csopaki Márga F.	Vékony bioklasztos mészkőbetelepüléseket tartalmazó márga, meszes aleurit, Tiroliteszes márga (5)	50–250	Nem karsztos hasadékvízszivárgás a réteglapok, repedések mentén fordul elő.	Réteges kifejlődésű gyenge vízvezető, vízrekesztő összlet	
MEZOZOIKUM	Triász	Alsó triász	Hidegkúti F.	Tömör dolomikrit, dolomikropátit, vörös agyagos aleurolit, homokkő aleurolit	80–100			
MEZOZOIKUM	Triász	Alsó triász	Arácsi Márga F.	Szürke, üreges, sejtes, ill csillámos homokos dolomit, dolomitmárga	80–120			
MEZOZOIKUM	Triász	Alsó triász	Köveskáli F.	Mészkő–mészmárga sorozat meszes márga, mészkő, dolomit, homokos dolomit sorozat (4)	80–120			
PALEOZOIKUM	Perm		Balatonfelvidéki Homokkő F.	Vörös homokkő, aleurolit, konglomerátum (3)	200–1000	Elsődleges porozitás nem számottevő. A kovás kötőanyag miatt vízmozgás a kőzetrések, réteglapok mentén észlelhető	Közepes–gyenge hasadékvíztároló	Hidraulikai kapcsolataik a főkarsztvíztárolóval tisztázatlanok
PALEOZOIKUM	Karbon Devon		Lovasi Agyagpala F.	Gyengén metamorfizált pélitek, kvarcit betelepülésekkel (2)	–		Fekü	
PALEOZOIKUM	Szilur		Litéri Metabazalt F.	Metabazalt (1)				

1. *térkép* Térbeli hidrodinamikai helyzet

1. *map Hydrodynamic map*

A második lépésben a hidrosztratigráfiai szelvények továbbértelmezésével készültek el a főkarsztvíztárolóra vonatkozó, sérülékenységi szelvények. A "víztartó rendszer" egységbe soroltam be a főkarsztvíztároló képződményeket; továbbá a főkarsztvíztárolón belüli, a hidraulikai egységességet nem befolyásoló vízrekesztő, ill. gyengén vízvezető képződményeket. Ez a képződménysor képezte a sérülékenységi vizsgálat tárgyát. A "fedő képződményeken" belül elkülönítettem a vízrekesztő, gyenge vízvezető képződményeket, továbbá a függőkarsztos, a réteg-, ill. talajvíztároló törmelékes fedőképződményeket. A főkarsztvíztároló "feküjét" tovább nem tagoltam.

A szelvényeken ábrázoltam a főkarsztvíz potenciometrikus felszínét az 1950. január 1-i állapotban. A szelvényeket a főkarsztvíz potenciálja alapján "nem sebezhető" és "további sérülékenységi vizsgálatra szoruló" kategóriákba soroltam.

(4) Az értékelést a sümegi szelvényen (*1. szelvény*) keresztül szemléltetem.

A szelvény mentén a főkarsztvíztároló az S-34-es fúrástól D-re eső szakaszon szabadtükrű, sérülékenysége a fedettség függvényében változó. A főkarsztvíztárolóra miocén és pannóniai törmelékes üledékek települnek, amelyek potenciális rétegvíztárolók. A rétegvíztárolók – regionális vízrekesztő hiányában – a főkarsztvíztárolóval hidraulikailag összefüggenek. Szennyező-kiszűrő hatásuk folytán csak elvben közvetíthetnek szennyezőket a főkarsztvízbe. A szelvény mentén a miocén litothamniumos mészkő a főkarsztvíztároló része. A legsebezhetőbb szelvényszakaszon a fődolomit a felszínen, ill. a felszín közelében található. Kedvezőbb a helyzet, ahol a fődolomitot a gyengébb vízáteresztő rezi dolomit helyettesíti. A főkarsztvíztároló a szelvény ÉNy-i részén leszorított tükrű, nem sérülékeny. Az S-30-as fúrástól ÉÉNy-ra eső területen a felszínen is megjelenő eocén mészkő a főkarsztvíztárolótól elszigetelt, ezért szennyeződést sem közvetíthet felé.

A szennyezők felszín alá jutását befolyásoló tényezők (2. térkép)

(1) A szabadtükrű tárolóban megvizsgáltam a szennyezők regionális, lineáris, pontszerű felszín alá jutási lehetőségeit. A szabadtükrű tárolórész teljes területén lehetséges függőleges vízmozgás a karsztvíz felé. A fedett részeken ez csak közvetett módon valósulhat meg. A közvetlen regionális szennyezőinput lehetőségét a karsztos beszivárgási területek, azaz a főkarsztvíztároló képződmények felszíni kibúvásai biztosítják. A szennyezőbejutás vonalszerű tényezői a karsztot tápláló és megcsapoló vízfolyások és a felszíntől a főkarsztvíztárolóig hatoló vízvezető tektonikai elemek. Pontszerű szennyezőbehatolás a karsztos víznyelőkön keresztül lehetséges.

(2) A karsztos beszivárgási területek lehatárolásánál és a tektonikai elemek kijelölésénél a VITUKI kéziratos térképei mellett, a Dunántúli-középhegység hidrogeológiai alaptérképét (BÖCKER et al. 1972, 1982) használtam. A karsztos víznyelőket és a karsztra természetes állapotban rátápláló patakszakaszokat a Dunántúli-középhegység (DNy-i rész) karsztvízföldtani jellemzőit bemutató VITUKI térképről (FÉLEGYHÁZI et al. 1984) vettem át.

(3) A szempontok jellemzését a rendelkezésre álló földtani, topográfiai, hidrogeológiai információk alapján közvetlenül végeztem.

(4) A főkarsztvíztároló beszivárgási foltjai nem egységesek sérülékenységi szempontból. Differenciálás az áteresztőképesség alapján lehetséges. A "kiváló áteresztőképességű" fődolomit érzékenyebb a szennyezőbejutással szemben, mint pl. a középső-felső jura márgás mészkövek (*IV. táblázat*). A térképen vonalas szennyezőbejutási tényezőként ábrázoltam a természetes állapotban a karsztra rátápláló patakszakaszokat. Ezek a Kétöles-árok Zalahaláp közelében, a Gerence-patak

egy szakasza, a Bakony-ér és a Cuha-patak Porvától, ill. Zirctől Vinyesándor-majorig és a Gaja-szurdok Balinka és Fehérvárcsurgó között. Az eredetileg drénező vízfolyások – a regionális vízszintsüllyesztés következtében – szintén rátáplálnak a karsztra és vizét szennyezhetik. Ezért befolyásolt állapotban a szabadfelszínű karszton átfolyó patakok mindegyikének környezete potenciálisan sérülékeny zónának tekinthető.

A lineáris sérülékenységi elemek között ábrázoltam a felszínen észlelhető, legfeljebb vékony kvarter üledékkel fedett törésvonalakat is. A kőzetek áttörtségének hatása ugyanakkor a területi beszivárgásban jelentkezik. A tektonikus eredetű karsztos vízjáratoknak a szennyezők karsztvízhez juttatásában elsősorban a kataklázosságra nem hajlamos mészkőben van szerepük. A törések szennyezőközvetítő hatása egyelőre nem ismert. Ezért a felszíntől a főkarsztvíztárolóig hatoló törések mindegyikének környéke potenciálisan sérülékeny zónának minősíthető, a Balaton-felvidék feltolódási övezetei kivételével, amelyek zártságuk folytán kevésbé sérülékeny sávok.

A lokális szennyezőinput lehetőségét biztosító karsztos víznyelők, a Középhegységben nem jellemzőek. Azok a vizsgált területen a Tési-fennsíkon gyakoribbak.

A szennyezők felszíntől a kétfázisú zónáig való hatolását befolyásoló tényezők: A talaj hatása (3.1. térkép)

(1) A talaj szennyezők kiszűrésében és közömbösítésében megnyilvánuló sérülékenységi szerepét agyag-, szervesanyagtartalma és vastagsága alapján becsültem.

(2) A szempontokat Magyarország agroökológiai potenciálját meghatározó talajtani tényezők 1:100 000-es méretarányú térképe (VÁRALLYAY & SZŰCS 1978; VÁRALLYAY et al. 1979, 1980a, b, 1981) vonatkozó lapjai alapján minősítettem. Az értékeléshez a potenciáltényezők között szereplő fizikai talajféleség, szervesanyagkészlet és termőréteg- vastagság adatokat használtam fel.

(3) A paramétereket az agroökológiai potenciálértékelés kategóriáit átvéve, numerikusan minősítettem és tapasztalati kategóriákkal ábrázoltam a térképen.

(4) A vizsgált tárolórész talajadottságai sérülékenységi szempontból, összességében "kedvezőtlenek".

Az uralkodóan karbonátos kőzetekből felépülő szabadtükrű hegységrészek meredek, kitett lejtőin, a vékony autochton málladéktakarón rendzinák találhatók. Ennek a legnagyobb területi elterjedésű talajtípusnak a szennyezőkkel szemben kifejtett hatása "gyenge". Uralkodóan durva, ill. kevéssé mállott törmelékből állnak, közepes szervesanyagtartalmúak, vastagságuk 20–40 cm közötti.

A rendzinák között sziklás váztalajok is megjelennek. A földes rész vastagsága csekély és az alatta lévő kőzettörmelék miatt a tárolt víz mennyisége általában kevés. Sümegtől ÉK-re, Rezitől DNy-ra, ill. Iharkúttól ÉNy-ra találhatók. Sérülékenységet csökkentő hatásuk a rendzináknál is "kedvezőtlenebb".

A laza üledékekkel fedett hegységrészek jelölik ki a humuszosodás, kilúgozás, változó mértékű elsavanyodás és szintekre tagolódás folyamataival jellemezhető barna erdőtalajok elterjedési területét. Az agyagbemosódásos barna erdőtalajok a főkarsztvíztároló sérülékenysége szempontjából szintén "elhanyagolható" hatásúak, az uralkodóan homok összetétel, maximálisan 25% agyagtartalom, csekély vastagság és szervesanyagkészlet következtében. Csabrendektől és Nyirádtól D-re találhatók. E barnaföldek jellemző minősítése "közepes". A talaj uralkodóan vályogos, szervesanyagkészlete közepes, a termőréteg vastagsága 80–100 cm.

A Kővágóörstől É–ÉNy-ra található réti talaj folt 70–100 cm vastag, agyagos vályog összetételű, magas szervesanyag tartalommal. A Rezitől Ny-ra található réti talaj lokális kiterjedésű agyagos vályog foltja sérülékenységi szempontból a "legkedvezőbb" a területen.

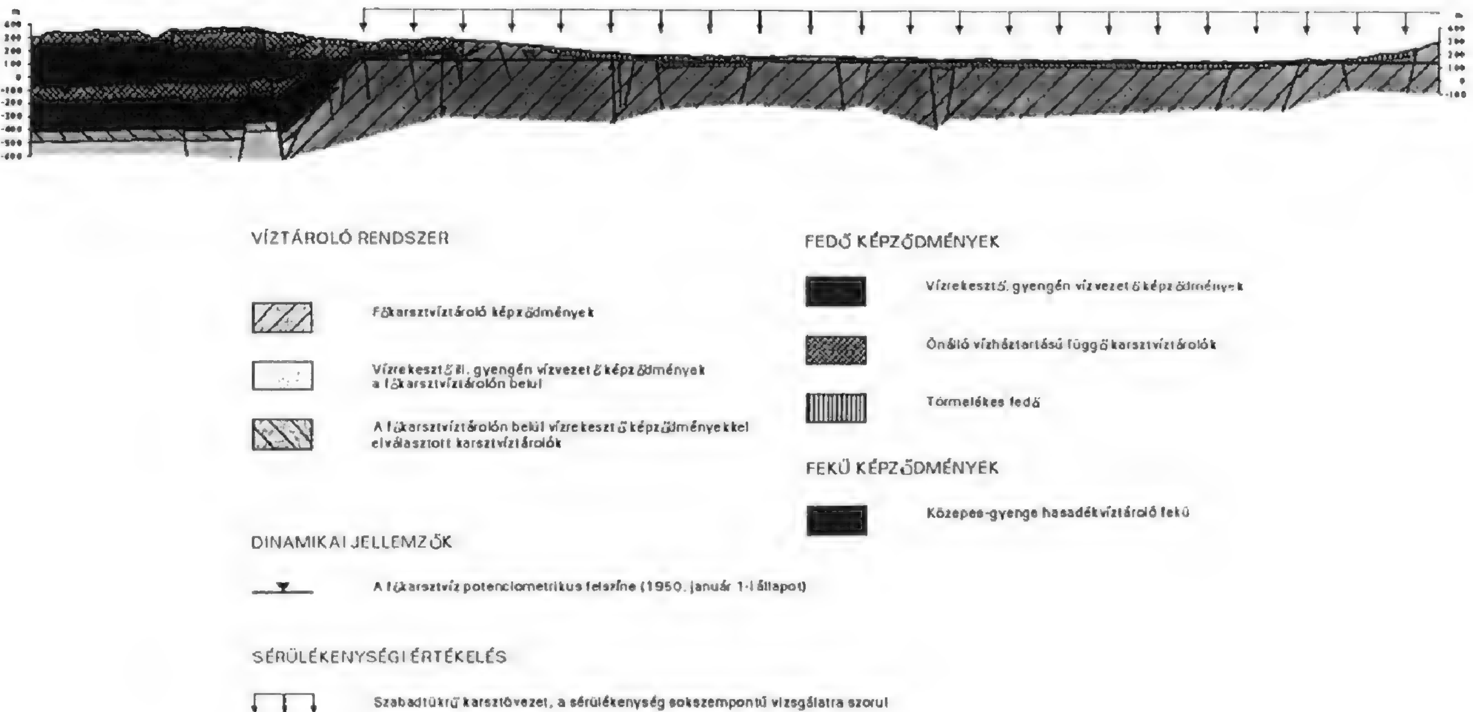
A víztartó-védelem szempontjából hatékonyabb réti és öntéstalajok elterjedése elenyésző, a medencesüllyedékek peremeire és a patakok allúviumaira korlátozódik.

Az emberi tevékenységek a talaj főkarsztvíztároló sérülékenységre gyakorolt hatását is módosítják. A regionális karsztvízszintsüllyedés következtében fellépő talajvízszintsüllyedés – a talajvíz



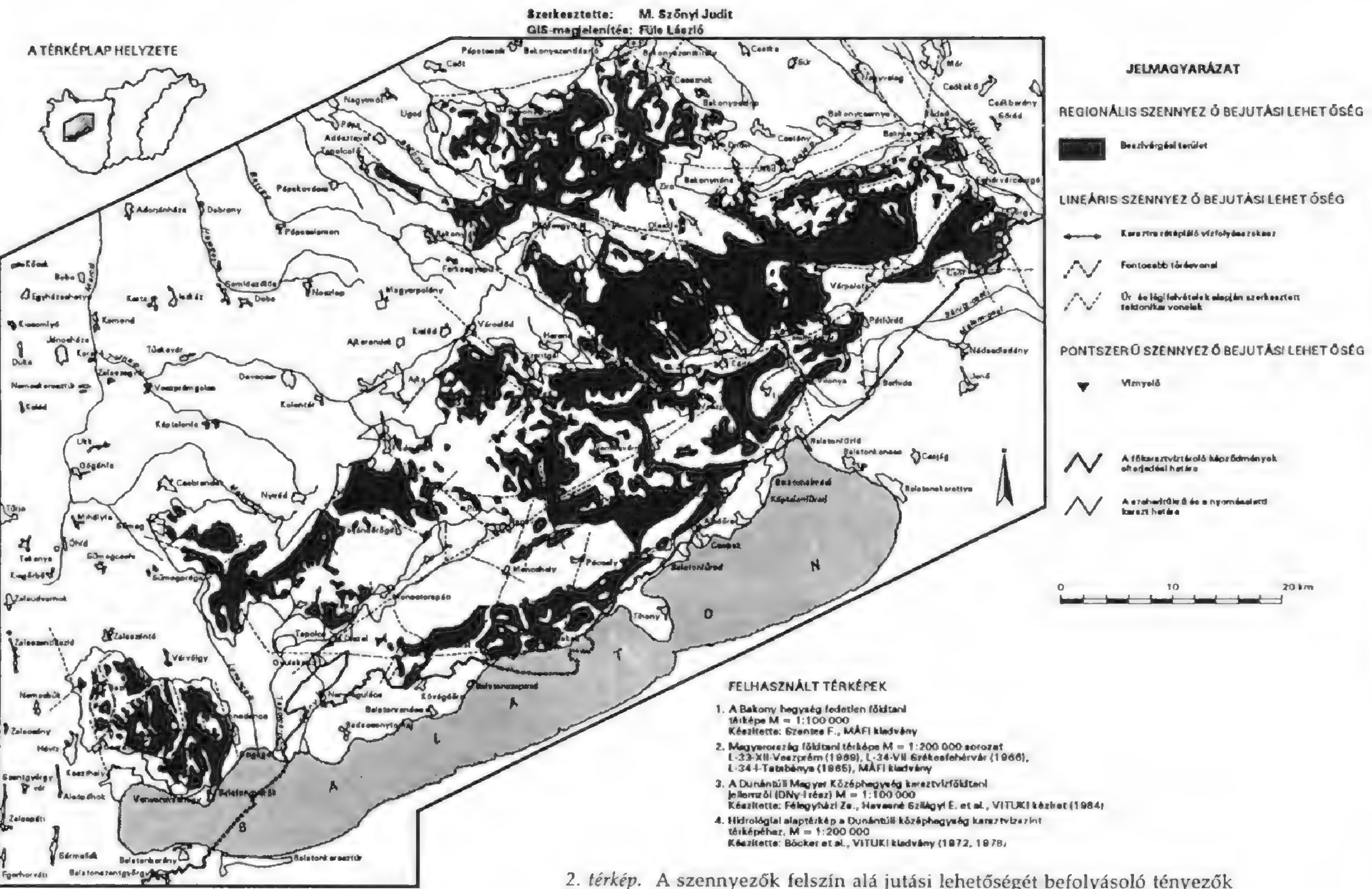
1. szelvény. Sümeg. 1.1. Hidrosztratigráfiai szelvényváltozat

1. cross-section. Sümeg. 1.1. Hydrostratigraphic cross-section



1. szelvény. Sümeg. 1.2. Sérülékenységi szelvényváltozat

1. cross-section. Sümeg. 1.2. Vulnerability cross-section



2. *térkép.* A szennyezők felszín alá jutási lehetőségét befolyásoló tényezők

2. *map. Map of potential contaminant recharge*

talajképződést befolyásoló területén – sztyeppesedést indított meg (LORBERER 1986). Ez a talaj szennyezőkkel szembeni hatását módosítja, de alapvetően nem változtatja meg a sérülékenységet. Következményeit ezért elhanyagolhatónak tekintettem.

Fedettségi viszonyok (3.2. térkép)

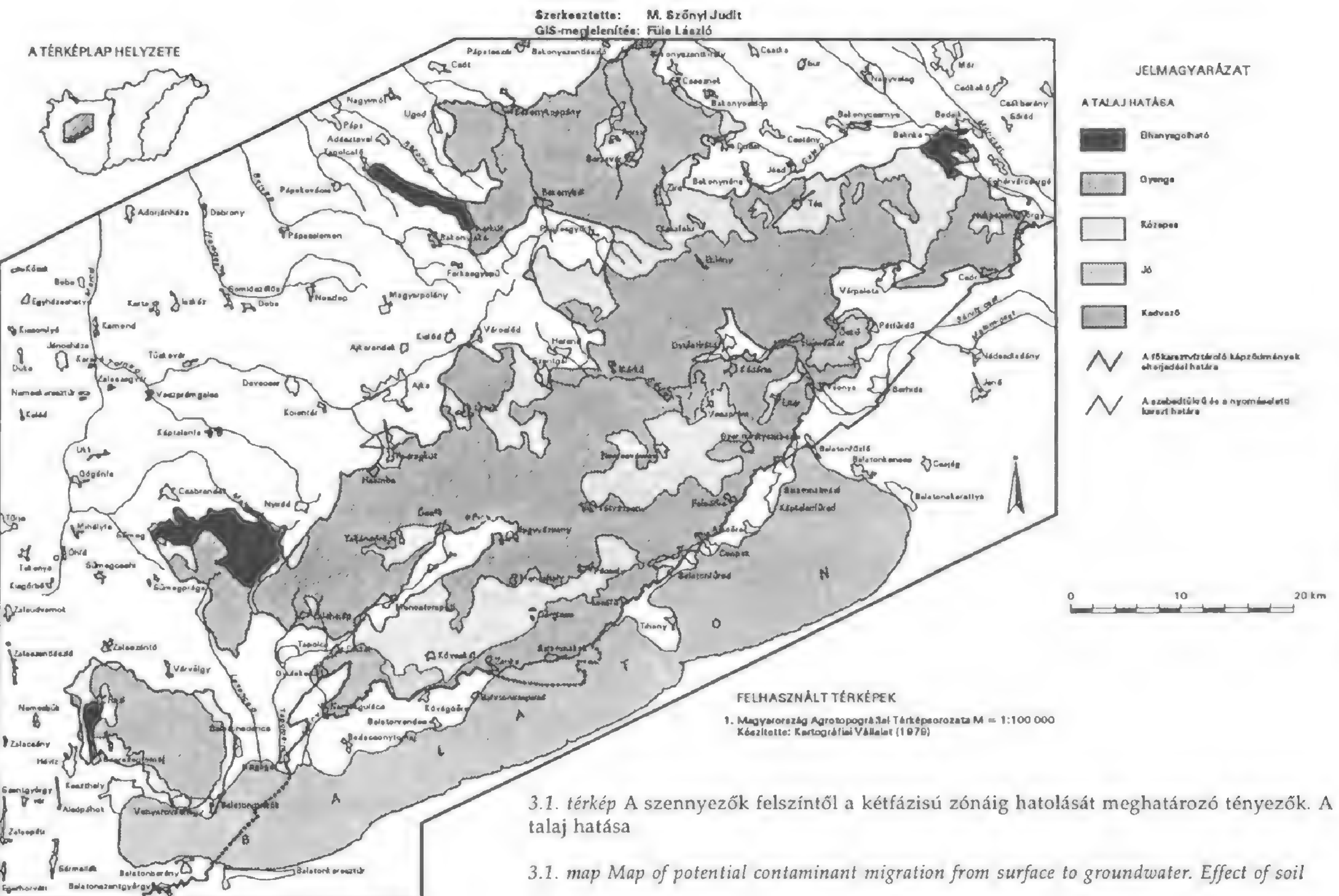
(1) A fedőképződmények hatását a szennyezők lefelé szivárgására a fedő anyaga, vízáteresztő-képessége és vastagsága alapján minősítettem. Fedő hiányában a főkarsztvíztároló képződmények vízáteresztő-képességét vettem figyelembe.

(2) A fedettségi viszonyok értékeléséhez a VITUKI középhegységi karsztvízszint térképei Hidrogeológiai alaptérképét (BÖCKER et al. 1972, 1982), a bauxitföldtani célból a Dunántúli-középhegységről a kainozóos képződmények elhagyásával készült (CSÁSZÁR et al. 1978), az összevont fekü–fedő-mélység kombinációs (HAAS et al. 1987) térképeket, valamint a Bakony hegység fedetlen földtani térképeit (SZENTES 1958; VÉGH S-né et al. 1978) használtam. A főkarsztvíztároló képződmények áteresztőképességének minősítését a *IV. táblázat* hidrosztratigráfiai jellemzése alapján végeztem el. A különböző mértékben fedett főkarsztvíztároló részeket fedett és fedetlen földtani térképek (SZENTES 1958; VÉGH S-né et al. 1978) összevetésével jelöltem ki.

(3) A rendelkezésre álló archív térképek nem tették lehetővé a fedőanyag vertikális változékonyságának részletes figyelembe vételét és egzakt izovonalas vastagság értékelését. Ezért kombinált fedőanyag-vastagság minősítést alkalmaztam, amely lehetőséget adott a fedőhatás nagyságrendi differenciálásra és egyúttal megfelelt módszertani céljaimnak is. A főkarsztvíztároló fedőjében lévő lokális víztárolók elkülönítésére nem volt mód, ezért a talaj alsó szintjétől a főkarsztvíztároló felszínéig terjedő kőzetösszletet egységesen fedőnek tekintettem.

Három tapasztalati kategóriát különítettem el a szennyezett vízrészecske talajfelszín alatti potenciális mozgási lehetősége alapján. Ezek jó egyezést mutatnak a BÖCKER (1986) által kifejtett karsztvíz utánpótlódási földtani alaphelyzetekkel. "Szabad leszivárgási övezetnek" minősítettem a legfeljebb vékony talajtakaróval borított nyílt karsztokat. Fedetlen karszt esetén a karsztvíztároló képződmény a talajon átjutott szennyezők mozgásának kizárólagos szabályozója. A szabad leszivárgási övezeten belül elkülönítettem a "kiváló", "jó" és "közepes" áteresztőképességű képződményeket. "Késleltetett leszivárgási övezetként" értékeltem a kizárólag lepelszerű kvarterrel fedett karsztterületeket és a főkarsztvíztárolón belüli fedetlen, "vízrekesztő, legfeljebb gyenge vízvezető" és a "tömegesen vízzáró, vízrekesztő" zónákat. Ezek a tárolórészek a szennyező visszatartás-késleltetés szempontjából relatíve kedvezőbb zónákat jelölnek ki a főkarsztvíztárolón belül. A sérülékenység szempontjából legkedvezőbb fedettségi kategóriát a "lassú leszivárgás övezetei" jelentik, ahol kvarter és idősebb (kréta és/vagy harmadidőszaki) képződmények együttesen borítják a főkarsztvíztárolót.

(4) A vizsgált területen belül legnagyobb elterjedésűek a "késleltetett lefelé szivárgás övezetei", ezen belül is a negyedkori képződményekkel fedett karsztkibúvások.



3.1. térkép A szennyezők felszíntől a kétfázisú zónáig hatolását meghatározó tényezők. A talaj hatása

3.1. map Map of potential contaminant migration from surface to groundwater. Effect of soil

A kvarter képződmények 50 m-nél vékonyabb szakadozott takaró formájában (SZENTES et al. 1972; BOHN 1979; BENCE et al. 1990), közvetlenül a főkarsztvíztároló felszínére települnek és a szennyezők elleni kizárólagos védőrétegként funkcionálnak. A vörös agyag, tarka agyag, bauxitos agyag kis vastagsága ellenére, védőrétegként hat. A kiemelt fennsíkokon, medencékben előforduló, már enyhe lejtőn is áthalmozódó magas homoktartalmú lösz védőhatása csak nagyobb vastagság mellett érvényesül. A finom, aprószemcsés homok szemcseméretű futóhomok az ÉNy-i Bakonyban vékony lepelként fordul elő. A folyóvízi allúviumok a legfontosabb talajvíztároló képződmények a szabadtükrű tárolórészek felett, de szerepük van a főkarsztvíztároló felszíntől való elszigetelésében is.

Szintén a "késleltetett leszivárgás övezetei"-hez soroltam a főkarsztvíztárolón belüli "gyenge vízáteresztő, ill. vízrekesztő" képződmények nyílt felszíni kibúvásait.

Az idetartozó alsó-triász kőzetek a Balaton-felvidéken nagy felszíni elterjedésben fordulnak elő. A Bakonyban a Veszprémi Márga kibúvásai képeznek gyengébb áteresztőképességű sávokat a főkarsztvíztárolón belül.

A "lassú lefelé szivárgás övezetei"-ben relatíve nagy felszíni elterjedésűek a felső-pannóniai vulkanitok.

A bazalttufa vízrekesztőnek minősíthető, a bazaltláva hasadékvíztároló (LORBERER 1986). A víz kihűlési repedésekben, kőzetrésekben mozog, horizontális kapcsolatok révén bejuthat a főkarsztvíztárolóba.

A "lassú leszivárgás övezeteiben" a vulkanitokon és a kréta, eocén, miocén, pliocén és pleisztocén karbonátos képződményeken kívül, a főkarszt fedője az alsó-pannonig összességében vízrekesztő, jelentős mennyiségű rétegvizet nem tárol.

A "lassú lefelé szivárgás övezetei"-nek elterjedése – a Pénzesgyőr–Eplény közötti kréta fedőtől eltekintve – a peremekre korlátozódik. A fedővastagság többnyire 100 m alatt marad. A vízrekesztés alól kivételt jelent az oligocén–alsó-miocén Csatkai Kavics Formáció, melynek kavicsos tagozatai helyi vízbeszerzési célokat kielégíthetnek. A felső-pannóniai homokos-agyagos képződmények a pleisztocén víztartókkal összefüggő, a medenceterületek felé kivastagodó rétegvíztartót alkotnak, amelyek rétegtani, ill. tektonikai okok miatt csak néhány helyen függenek össze közvetlenül a főkarszttal (LORBERER 1986). A kiemelt hegységek peremeit és belső öbleit fedik.

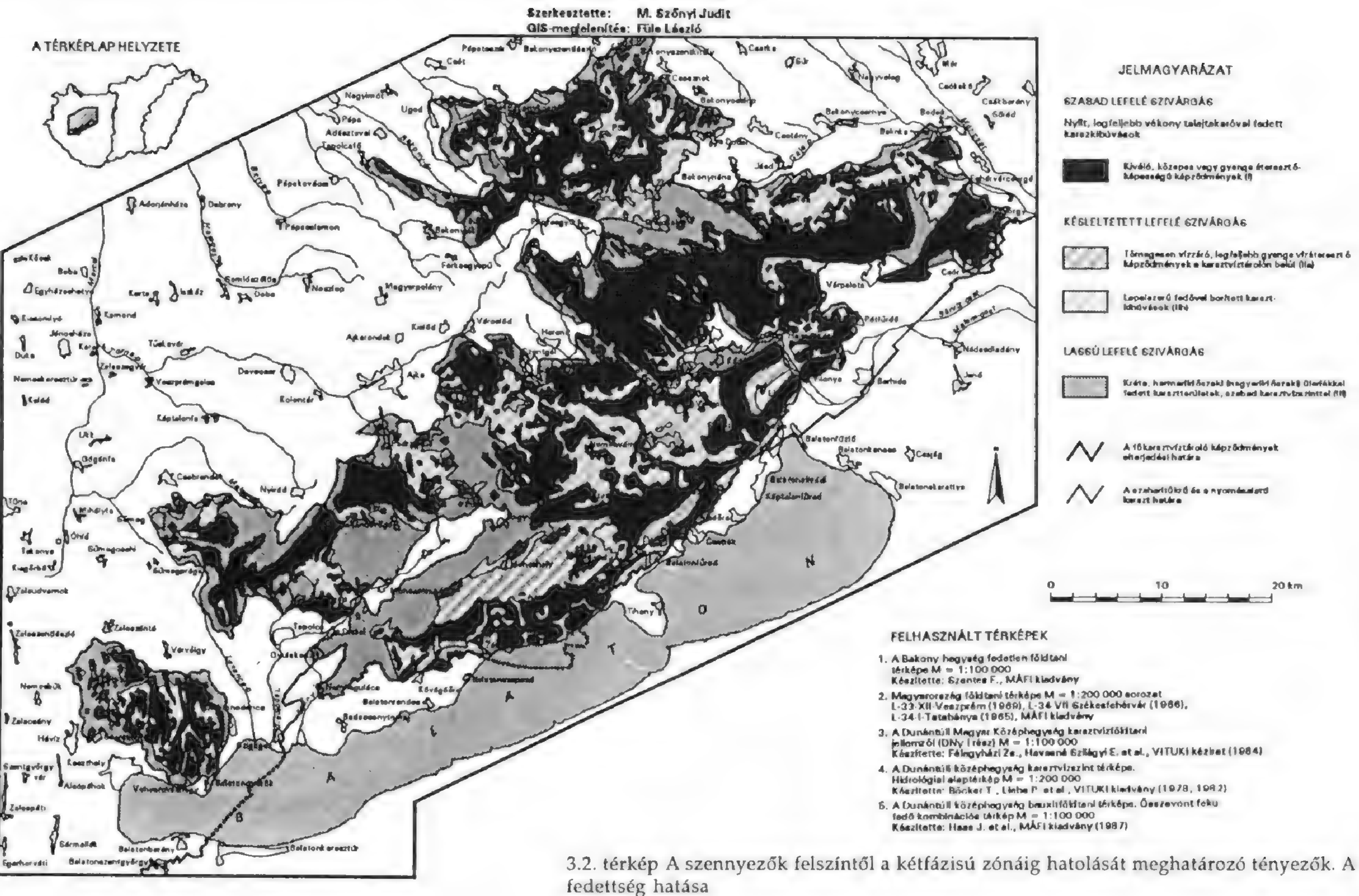
A leszivárgási zóna vastagsága (3.3. és 3.4. térkép)

(1) A sérülékenység szempontjából fontos a karsztos telített zóna feletti összletvastagság, mert ez határozza meg a szennyezett vízrészecske úthosszát a karsztvízszintig. Ezt a sérülékenységi tényezőt a telített zóna fölötti kőzetvastagság függvényében értékeltem.

(2) A leszivárgási övezet vastagságának megállapításához a Dunántúli-középhegység (DNy-i rész) – azonos felfogásban készült – 1950. január 1-i és 1989. január 1-i állapotot tükröző karsztvízszint térképét (LORBERER 1985, 1989) és topográfiai (VITUKI kézirat, 1986) térképét használtam.

(3) A leszivárgási zóna vastagságát bemutató izopach térkép a felszíni topográfia és a karsztvízdomborzat digitalizált értékeinek különbségeként állt elő. Az 50 méterenként megállapított kategóriákkal a leszivárgási övezet vastagsági különbségeit szemléltettem, amely adatok csak a fedettségi viszonyokkal összevetve értékelhetők.

(4) A vizsgált területen a topográfiai magasságok 500 m-es, a karsztvízszintek 250 m-es különbségeket mutatnak. A fedő és a háromfázisú zóna maximális vastagsága 250–300 m.



3.2. térkép A szennyezők felszíntől a kétfázisú zónáig hatolását meghatározó tényezők. A fedettség hatása

3.2. map Map of potential contaminant migration from surface to groundwater. Effect of covering

A kvázi természetes állapotot tükröző *3.3. térképről* leolvasható, hogy a Bakonyban ÉNy-ról DK-re a Balaton-felvidék felé haladva, a telítetlen zóna vastagsága regionálisan csökken. Ez a vízszintcsökkenést kétszeresen meghaladó topográfiai magasságcsökkenés hatásából adódik.

Ahol a karsztvíz dinamikus egyensúlyi szintjét jellemző kétszer görbült felület (KASSAI 1948) alakja megközelítőleg követi a topográfiát, a legvastagabb leszivárgási zóna a hegység legmagasabb részére esik, a peremek felé csökkenő értékeket mutatva. Ez a Keszthelyi-hegység, a Magas-Bakony, továbbá a Déli-Bakony területén figyelhető meg.

A Bakonyra sokkal jellemzőbbek a széles karsztos felületek, ahol a felszín és a karsztvízdomborzat között összefüggés nem tapasztalható. A morfológiailag gyengén tagolt központi dolomitterületen és a Balaton-felvidéken 0–100 m-es telítetlen zóna vastagságok fordulnak elő.

A főkarsztvíztároló 1989. január 1-i befolyásolt állapotában – a regionális vízszintsüllyedés hatására – a leszivárgási övezet vastagsága 0–100 m-rel megnövekedett (*3.4. térkép*).

A szabadtükrű tárolórészeken a legnagyobb változást Sümeg környékén, Nyirádtól D-re, Tapolcafőtől DK-re és Iszkaszentgyörgytől Ny-ra tapasztalták, 100 m-es nagyságrendű szintsüllyedésekkel. A Magas-Bakonyban 80 m-es, Halimba, Padragkút, Kislőd környezetében maximálisan 50 m-es vízszintcsökkenések zajlottak. A Keszthelyi-hegységben és a Balaton-felvidéken számottevő változások nem történtek.

A karsztos leszivárgási zóna megnövekedése a "késleltetett leszivárgás övezeteiben" (*3.2. összevetve a 3.3. és a 3.4. térképekkel*) idéz elő látszólag kedvezőbb feltételeket a tisztulási folyamatoknak. A "szabad lefelé szivárgás övezeteiben" – a gyors víz- és szennyezőmozgás következtében – a sérülékenységet a 100 m-es nagyságrendű úthossznövekedés nem befolyásolja.

Mindezek alapján megállapítható, hogy nem mutatható ki lényeges különbség a karsztvízszint feletti zóna szennyező-kiszűrő szerepében kvázi természetes és befolyásolt állapotban.

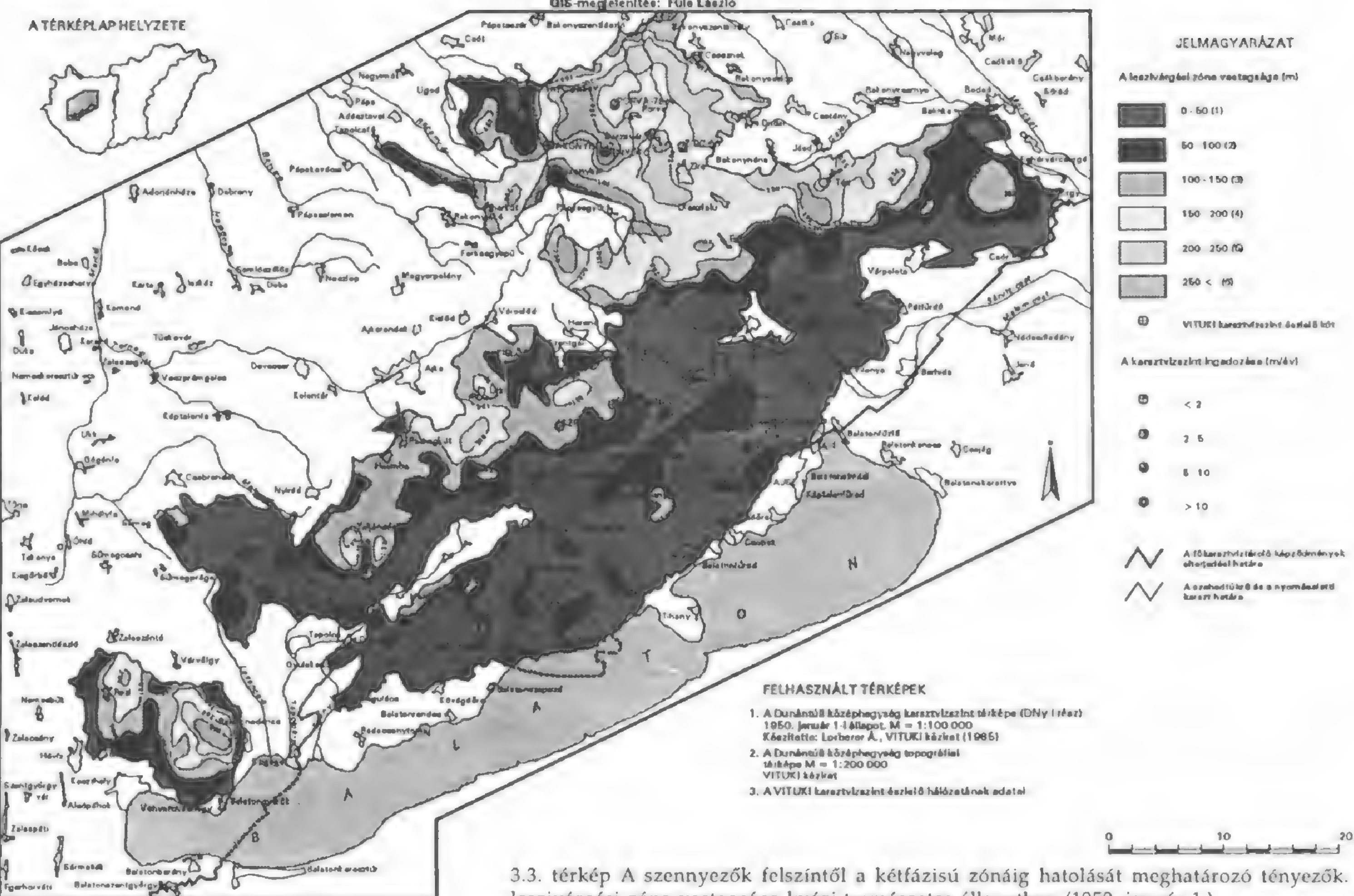
A szennyezők kétfázisú zónabeli mozgását befolyásoló tényezők
A víztartó rendszer anyaga, vízszállítóképessége (4.1. térkép)

(1) A vízben oldott szennyezők terjedési lehetőségét a telített zónában, a főkarsztvíztároló rendszer vízszállítóképességével jellemeztem.

(2) A vízszállítóképességet a kőzetek litológiai, hidraulikai jellemzői alapján becsültem. A főkarsztvíztároló képződmények vízszállítóképességét a *IV. táblázatnak* megfelelően minősítettem és a Dunántúli-középhegység kainozóos képződmények elhagyásával készült bauxitföldtani térképét (CSÁSZÁR et al. 1978) alapul véve ábrázoltam. Hangsúlyozni kell ugyanakkor, hogy a litológia alapján kapott értékeket – azonos kőzettípus esetén – jelentősen befolyásolja a tektonizáltság.

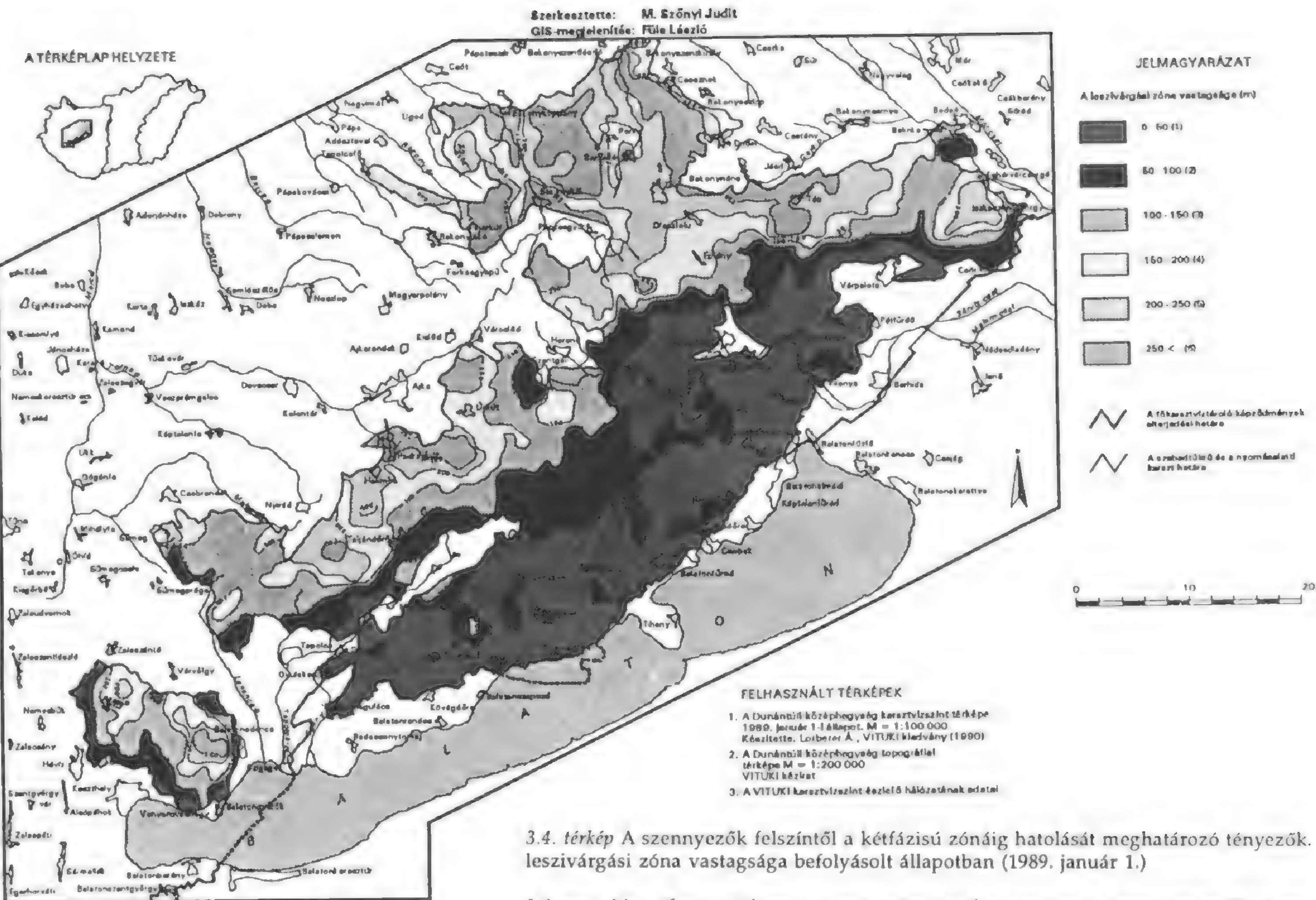
(3) Nehézséget jelentett, hogy a vizsgált időpontokra nem volt ismert a karsztvíz szintjében található képződmények anyaga. A vízszállítóképességet ezért a főkarsztvíztároló felszínével azonosnak tekintett felső-kréta előtti alaphegység felszínére ábrázoltam. Bemutattam az alaphegység felszínének tektonizáltságát. A szerkezeti elemek vízvezető szerepével kapcsolatos regionális ismeretek hiánya megnehezíti a sérülékenységi értelmezést.

(4) A rezervoár felszíntől és fedő képződményektől való elszigetelésében szerepet játszó kréta márgák elterjedése – a főkarsztvíztároló képződmények felszínén – a *4.1. térképről* olvasható le. A főkarsztvíztárolón belüli gyors kommunikációt az ÉK–DNy-i irányban "kiváló" vízszállítóképességű kőzetek biztosít-



3.3. térkép A szennyezők felszíntől a kétfázisú zónáig hatolását meghatározó tényezők. A leszivárgási zóna vastagsága kvázi természetes állapotban (1950. január 1.)

3.3. map Map of potential contaminant migration from surface to groundwater. Thickness of unsaturated zone in quasi-natural conditions (1 January 1950)



3.4. *térkép* A szennyezők felszíntől a kétfázisú zónáig hatolását meghatározó tényezők. A leszivárgási zóna vastagsága befolyásolt állapotban (1989. január 1.)

3.4. map Map of potential contaminant migration from surface to groundwater. Thickness of unsaturated zone in disturbed conditions (1 January 1989)

ják. Ebben a sávban a "jó", "közepes" és a "legfeljebb gyenge vízvezetőképességű" kőzetek relatíve csekély elterjedésűek.

"Tömegesen vízzáró, vízrekesztő" képződmények a térképlap ÉNy-i részén és a Pénzesgyőr–Olaszfalu–Bakonynána–Bakonycsernye–Nagyveleg sávban, összefüggően fedik el a víztároló kőzeteket.

Természetes állapotban a vízzel együtt a vízrekesztő képződmények alá bejutó szennyezőanyagok a mélyáramlási rendszerekbe kerülve, a hígulás következtében felemésztődnek.

A Balaton-felvidéket is magában foglaló tároló D-i részén, ÉK–DNy-i irányban a kőzetek a "tömegesen vízzáró, vízrekesztő"-től a "kiváló vízszállítóképességű" képződményekig, nagyfokú területi változékonyságban találhatók. Ez a zóna összességében egy nagyságrenddel kisebb vízvezetőképességű, mint a tőle ÉNY-ra fekvő.

A Bakony és a Balaton-felvidék között a horizontális kommunikációban hidraulikai akadályt képez a litéri övezet. A feltolódásoktól eltekintve, a többi előforduló szerkezeti elemet potenciálisan sérülékeny zónaként értékeltem.

Karsztvízdomborzat (4.2. és 4.3. térkép)

(1) A telített zónába bejutó oldott szennyezők várható migrációs irányának és hígulási lehetőségeinek megállapítása céljából vizsgáltam meg a kétfázisú zónán belüli folyadékmozgás pályáit. A regionális rendszerben várhatóan fellépő, többféle szintű áramlás miatt, a mozgási irányok legfeljebb csak becsülhetők.

(2) A karsztvízdomborzatot a természetes és a víztermeléssel befolyásolt állapotot tükröző karsztvízszinttérképek (LORBERER 1985, 1989) alapján értékeltem.

(3) A karsztvízdomborzaton belül kijelöltem a felszín alatti vízválasztókat, a magas és mély területeket, a vízdómokat és depressziókat. Ez utóbbiak határait a vízdomborzat magas területein a legkisebb, a mély területeken a legnagyobb folytonos, még önmagukba visszatérő izovonalak alapján állapítottam meg. A víztartón belüli hidrodinamikai diffúzió legintenzívebb sávjai a vízválasztók, területei a vízválasztók mentén kialakuló vízdómok. Ezek az ún. eláramlási zónák, ahonnan a vízrészecskék és velük együtt az oldott szennyezők is eltávoznak. A depressziók, a vízdomborzat mélypontjai, amelyek a vízben oldott szennyezőkre szívó hatást fejtenek ki. A víztartón belüli víz- és szennyezőmozgás dinamizmusának értelmezéséhez a térképen feltüntettem a főkarsztvíz természetes (MAUCHA 1985) és mesterséges megcsapolási helyeit (CSEPREGI 1988a), amelyek természetesen nem tekinthetők sérülékenységi tényezőnek. A vízmozgás dinamizmusát és a megcsapolóhelyeket figyelembe véve, kijelölhető a víztartóba esetlegesen bejutó szennyezők mozgási iránya, valamint a szennyezés által várhatóan érintett források és kutak helye.

(4) Kvázi természetes állapotban (3.2. *térkép*) az ÉK–DNy-i vízválasztó Ny-i szakasza Sümegtől nyugatra végződik el. A vízválasztó a Keszthelyi-hegység felé is folytatódik, ÉNy–DK-i irányban. A bakonyi vízválasztónak keleti irányban nincs közvetlen folytatása. A másik vízválasztó szakasz Pénzesgyőrtől D-re kezdődik és Várpalota ÉK-i szélét érinti. A Balaton-felvidéket ÉK–DNy-i irányban szeli át egy vízválasztó. További rész-vízválasztók is kijelölhetők a fő-vízválasztók által lehatárolt vízgyűjtő területeken belül (ld. a Magas-Bakonyon keresztül húzódót).

A TÉRKÉPLAP HELYZETE

Szerkesztette: M. Szőnyi Judit
GIS-megjelenítés: Füle László

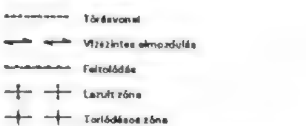
JELMAGYARÁZAT

KARBONÁTOS MEZOZOÓS ÖSSZLET

A KÉPZŐDMÉNYEK VÍZSZÁLLÍTÓ KÉPESSÉGE



SZERKEZETI ELEMEK



A szerkezeti elemek jelentőségét vastagságuk szemlélteti

A főkarsztvíztároló képződmények elterjedési határa



FELHASZNÁLT TÉRKÉPEK

1. A Dunántúli középhegység bauxitföldtani térképe a kainozoós képződmények elhagyásával. M = 1:100 000. Készítette: Császár G., Haas J., Jocháné Edelényi E., MÁFI kiadvány (1978)
2. A Dunántúli-középhegység bauxitföldtani térképe. Összevont fekü-fedő kombinációs térkép M = 1:100 000 Készítette: Haas J. et al., MÁFI kiadvány (1987)
3. A Bakony-hegység fedetlen földtani térképe M = 1:100 000 Készítette: Szentes F., MÁFI kiadvány
4. A felsőkréta előtti medencealjzat vázlatos szerkezeti-földtani térképe (DNy-Dunántúl) M = 1:100 000 Készítette: Lorberer Á., VITUKI kiadvány (1977-78, 1980)
5. A Szőci Mészkő formáció elterjedése M = 1:100 000 Készítette: Bernhardt B., MÁFI kézirat (1989)
6. Az ÉK Bakonyi eocén barnakőszén prognózistérképei M = 1:25 000 MÁFI kézirat
7. Az eocén üledékes képződmények elterjedési határa M = 1:100 000 Készítette: Bernhardt B. et al., MÁFI kézirat (1982)

4.1. *térkép* A szennyezők kétfázisú zónabeli mozgását meghatározó tényezők. A víztartó rendszer vízszállító képessége

3.1. *map Map of potential contaminant migration in the saturated zone. Transmissivity of the aquiferous system*

Vízdómok találhatók a Balaton-felvidéki vízválasztó mentén K-ről Ny felé haladva, Szentkirályszabadjától ÉK-re, Nemesvámos és Mencshely között, valamint Monostorapátitól DK-re. A Bakonyban Pénzesgyőrtől D-re, valamint Szentgál és Úrkút közötti vízválasztó szakaszokon fordulnak elő.

A vízdomborzat mély területei, lokális depressziói Csabrendek és Gógánfa között, a padragi bánya környezetében, a Pápakovácsi–Tapolcafői forráscsoportok közelében és Dudar–Csetény közötti részen jelentkeztek. Ekkor még csak néhány karsztkút és az ajkai bányászattal együttjáró csekély hozamú vízemelés befolyásolta a karsztvízdomborzatot.

A Dunántúli-középhegység DNy-i részén a karsztvíztermelések összhozama 1988-ra az 1951 évi nyolcszorosára, 476,54 m^3/perc-re emelkedett. Ez a vízmozgási irányok módosulását – a koncentrált vízemelések környezetében – megváltozását idézte elő (*4.3. térképváltozat*).

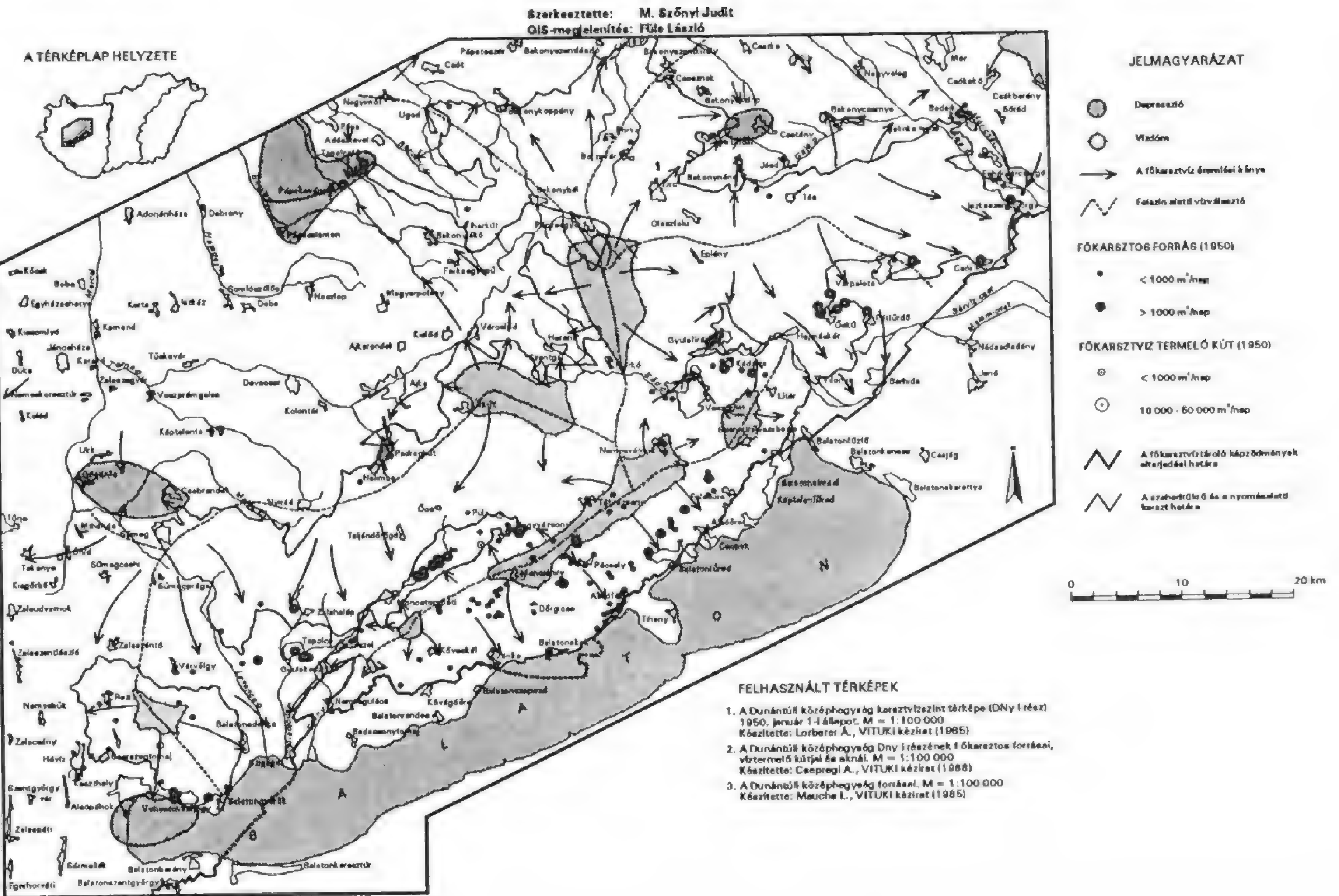
A térképek a szennyezők víztartóbeli mozgását jellemző tényezők különbségeit bizonyítják kvázi természetes és befolyásolt vízháztartás esetén.

Sérülékenységi értékelés (9–11. lépés)

A sérülékenységi értékelés, becslés célja a Dunántúli-középhegység DNy-i részén a felszín területelemeinek differenciálása – a referenciaösszletre vonatkoztatva – a szennyezők víztartóba jutását és tovaterjedését szabályozó paraméterek alapján. Az értékelésnél alkalmazott módszert a regionális karsztvíztároló rendszerek sérülékenységi sajátosságait, a dunántúli-középhegységi főkarsztvíztároló rendszer DNy-i részére elvégzett sérülékenységi vizsgálat és az elkészített térképsorozat értékeit, kategóriáit figyelembe véve állapítottam meg. A vertikális sérülékenységi elemek egy részének hatása csupán tapasztalati úton becsülhető. A potenciális szennyezőbejutási lehetőségek (víznyelők, karsztra rátápláló patakok, tektonikai elemek) és környezetük sérülékeny felszíni területnek minősíthető. A fennmaradó tényezőkre "fontossági sorrendet" állapítottam meg (*8. ábra*). A "prioritási sort" alapul véve a vertikális tényezők hatásának értékelése egy – e célra kidolgozott – "hálózat" segítségével töténik (*9. ábra*). A hálózat – a bennefoglalt tényezők minősítése alapján – egy tizennégy fokozatú, viszonylagos sérülékenységi sorba való elhelyezést biztosít. Lehetővé teszi a megfelelő térképek átlapolásával a vertikális tényezők alapján homogén területelemek lehatárolását. A talaj a hálózatos értékeléssel kapott sérülékenységi fokozatot legfeljebb csak módosítja, hiszen a sérülékenység szempontjából kedvezőbb talajtípusok a fedett tárolórészeken jellemzőek. A térképek átlapolását a GIS segítségével FÜLE (1997) végezte el.

A sebezhetőség kvázi horizontális paraméterei (*4.1.–4.2.–4.3. térképek*) a víztartóba bejutó szennyező potenciális terjedési lehetőségeinek jellemzését teszik lehetővé.

A sérülékenységi becslés folyamatát a *10. ábra* szemlélteti.



4.2. térkép A szennyezők kétfázisú zónabeli mozgását meghatározó tényezők. Karsztvíz domborzat kvázi természetes állapotban (1950. január 1.)

4.2. map Map of potential contaminant migration in the saturated zone. Karst water above sea level in quasi natural conditions (1 January 1950)

Szerkesztette: M. Szőnyi Judit
GIS-megjelenítés: Füle László

A TÉRKÉPLAP HELYZETE

JELMAGYARÁZAT

Depresszió
Folytonos izovonallal határolt depresszión belül elkülöníthető kisebb depresszió
Depressziós tölcsér legmélyebb része
Vízdóm
Folytonos izovonallal határolt vízdómon belül elkülöníthető kisebb vízdóm
Folytonos izovonallal határolt depresszión belül elkülöníthető kisebb vízdóm
Folytonos izovonallal határolt vízdómon belül elkülöníthető kisebb depresszió
A főkarsztvíz áramlási iránya
Felszín alatti vízválasztó
Főkarsztos forrás

FŐKARSZTVÍZ TERMELŐ KÚT, KÚTCSOPORT (1988)
< 1000 m³/nap
1000 - 10 000 m³/nap
10 000 - 50 000 m³/nap

BÁNYAVÍZEMELÉSEK (1988)
1000 - 10 000 m³/nap
10 000 - 50 000 m³/nap
~ 100 000 m³/nap
~ 300 000 m³/nap

A főkarsztvíztároló képződmények elterjedési határa
A szabadtükrű és a nyomás alatti karszt határa

FELHASZNÁLT TÉRKÉPEK

1. A Dunántúli középhegység karsztvízszint térképe (DNy-i rész) 1989. január 1 állapot. M = 1:100 000 Készítette: Lorberer Á., VITUKI kézirat (1990)
2. A Dunántúli középhegység Dny-i részének főkarsztos forrásai, víztermelő kútjai és aknái. M = 1:100 000 Készítette: Csepregi A., VITUKI kézirat (1988)
3. A Dunántúli középhegység forrásai. M = 1:100 000 Készítette: Maucha L., VITUKI kézirat (1985)

0 10 20 km

4.3. *térkép* A szennyezők kétfázisú zónabeli mozgását meghatározó tényezők. Karsztvíz domborzat befolyásolt állapotban (1989. január 1.)

4.3. map Map of potential contaminant migration in the saturated zone. Karst water above sea level in disturbed conditions (1 January 1989)

SEBEZHETŐSÉGI TÉNYEZŐK	JELE
1. Nyomásállapot, Fedettség (1, 2.2. térképváltozat)	
Nyomásalatti fedett	IV
Szabadtükrű,	
lassú lefelé szivárgás	III.
késleltetett lefelé szivárgás	II.
szabad lefelé szivárgás	I
2. A főkarsztvíztároló képződmény áteresztőképessége (2.2, 3.1. térképváltozat)	
Tömegesen vízzáró, vízrekesztő	E
Vízrekesztő, legfeljebb gyenge áteresztő	D
Közepes	C
Jó	B
Kiváló	A
3. A leszivárgási zóna vastagsága (2.3, 2.4. térképváltozat)	
250 m >	6
200–250 m	5
150–200 m	4
100–150 m	3
50–100 m	2
0–50 m	1

8. ábra. A vertikális sérülékenységi tényezők prioritási sora a főkarsztvíztárolóra

Fig. 8. Priority list for the vertical vulnerability factors of the main karst reservoir

Megbízhatósági elemzés (IV. lépés)

A hibák elsődleges forrása a felhasznált adatokkal kapcsolatos. Ahogyan már utaltam rá, nem állt rendelkezésemre a főkarsztvíztárolóra vonatkozó földtani és vízföldtani információkat magában foglaló számítógépes adatbázis. Ebből következően a becsléshez térképeken, szelvényeken feldolgozott alapinformációkat (talajtani, földtani, vízföldtani) használtam. Az, hogy nem fúrásszintű adatokból indultam ki, eleve hibák okozója lehet. Ugyanakkor a célok indokolttá tették a térképi formában megjelenő alapinformációk használatát. A különféle eredetű információk területileg is különféle fokú ismertsége (pl. a bakonyi főkarsztvíztároló földtani szempontból 1:20 000-es, 1:50 000-es ismertségű, a többi tárolórész 1:100 000-es vagy legfeljebb 1:200 000-es méretarányban feldolgozott; a vízföldtani eredmények regionálisan 1:100 000-es méretarányban ismertek, de megbízhatóságuk jóval kisebb, mint a földtani adatoké stb.) további hibák okozója lehet. A különféle szakterületeken használt eltérő alaptérképek még az azonos léptékű, de különféle eredetű tematikus térképek egymásra fektetését is rendkívül megnehezítik. A fönti hibák mérséklését szolgálja a sérülékenységi becslésnél használt 1:200 000-es lépték.

További hibaforrás lehet a sérülékenységi becslés (s.s.) folyamatának helyessége. A figyelembe vett szempontok, tényezők – vertikális és horizontális bontásban – felölelik a lehetséges paramétereket. Külön szerepet kaptak a karsztérzékenység, sérülékenység specifikumai. A preferált áramlási pályákat jelentő

vonalas és pontszerű szennyezőbejutási és közvetítő elemek is bekerültek az értékelésbe.

A sérülékenységi becslés eredménye – a vizsgálat céljából és a felhasznált adatok minőségéből következően – átfogó tájékoztatóul szolgálhat.

Környezet- és vízgazdálkodási intézkedések (V. lépés)

A dunántúli-középhegységi főkarsztvíztároló rendszer (DNy-i rész) sérülékenységi vizsgálata és becslése nem regionális feldolgozás céljából, hanem tudományos metodikai indíttatásból készült. Ebből következően a sérülékenységi térképsorozatról leolvasható 1:200 000-es feldolgozásnak megfelelő információk nem használhatók fel közvetlen, helyi szintű környezetvédelmi intézkedésekhez. Sokkal inkább – a léptékkel összhangban lévő – a régiót érintő értékelésekhez, tervezésekhez, a környezetvédelmi információk szélesebb közvélemény előtti elterjesztéséhez. A bemutatott értékelés az egyébként egységesen rendkívül sebezhetőnek minősített, kiemelt felszín alatti vízminőségvédelmi terület és regionális ivóvíztároló rendszer sérülékenységi differenciálhatóságát példázza. Az elvégzett feldolgozás egy új környezetvédelmi megközelítés elvi hátterének példájául szolgál. A sérülékenység értékelési folyamatok (s.l., s.s.) alkalmazása és továbbfejlesztése hozzájárulhat a becslések hatékonyságának növeléséhez.

Eredmények

A tanulmányban tárgyalt elvi háttér és értékelési folyamat nem kiforrott koncepció eredménye, hanem egy vitaanyagé, amely a céloknak megfelelően hozzájárulhat a témakör megközelítésének további fejlődéséhez. A benne foglalt eredmények tudományos jelentősége a következőkben összegezhető:

– A felszín alatti vizek sérülékenységére vonatkozó nemzetközi szakirodalom összefoglalása és elemző értékelése.

– Az érzékenységi, sérülékenységi vizsgálatok vízvédelmi, környezetgazdálkodási szerepének meghatározása.

– Az irodalmi és gyakorlati tapasztalatok figyelembe vételével a témakör problémás kérdéseinek megállapítása.

– Az érzékenység és sérülékenység fogalmak felszín alatti vizeken túlmutató rendszerelméleti értelmezése.

– A sérülékenység kétszintű (környezetgazdálkodási s.l. és tudományos s.s.) becslési folyamatának kidolgozása.

– A vízzel együttmozgó (általános) szennyezővel szembeni víztartó sérülékenység definiálása, befolyásoló tényezőinek megállapítása.

– A rendszerelméleti értelmezés és a becslési séma szemléltetése a Dunántúli-középhegység főkarsztvíztároló rendszerének (DNy-i rész) példáján.

– A karsztérzékenység és sérülékenység specifikumainak tárgyalása.

– Talajtani, földtani, hidrogeológiai adatok, szelvények, térképek, környezetföldtani szempontú, sérülékenységi célú értelmezésének bemutatása.

Javaslatok

A sérülékenységi témában a jelenleg is zajló nemzetközi szintű egyeztetések (International Association of Hydrogeologists, COST Action 620) eredményre jutása, összefoglalása és közzététele jelent majd számottevő előrelépést. A sérülékenységi becslések addig is hasznára lehetnek a környezet- és vízgazdálkodásnak, amennyiben nem öncélú értékelő rendszerek kidolgozása alapján, hanem az értékelés céljának és várható hasznosításának figyelembe vételével, helyes tudományos meggondolásokból kiindulva készülnek. A továbblépésre vonatkozó javaslataim:

– A sérülékenységi feladatok kapcsán szükség lenne a környezetgazdálkodási, igazgatási szakemberek részéről az eddiginél konkrétabb feladat-meghatározásra: milyen célból, kik számára, milyen feltételek mellett várnak választ kérdéseikre.

– Az általános szennyezővel szembeni sérülékenységi értékeléseknek – amelyek uralkodóan a hidrogeológiai paraméterek minősítésére korlátozódnak – a vizsgált térség hidrológiai rendszereinek előzetes elemzésén (ENGELEN & KLOOSTERMAN 1996) kellene alapulniuk.

– A tudományos becslések egy lehetséges fejlődési iránya a szennyezőspecifikus értékelések kialakítása. Ezeknél a geokémiai ismereteken túl, laboratóriumi modellkísérletek eredményeit és a szennyezési állapotfelmérésekből levonható következtetéseket egyaránt hasznosítani lehetne.

– A sérülékenységi értékelések fejlődése, továbbá az egyre szaporodó környezetföldtannal összefüggő egyéb feladatok (környezeti állapotfelmérések, hatásvizsgálatok, területtervezések stb.) egyaránt megkívánnák, hogy létrejöjjön egy – földtani, hidrogeológiai és egyéb környezetvédelmi adatokat magában foglaló – országos szintű információs rendszer. Ez hozzájárulhatna a GIS bázisú, reprodukálható, későbbiekben módosítható és továbbfejleszthető becslések létrejöttéhez.

– További előremutató lépés lenne a sérülékenységi prognózisok és a valós környezetszennyezési adatok összevetése, azaz a sérülékenységi becslések auditálása. A tapasztalatok a tudományos becslési folyamat jobbítását szolgálnák.

– A sérülékenységi becslések hatótényezőjének szennyezőkön túli kiterjesztése módot adhatna arra is, hogy a sérülékenységi szemléletet pl. vízháztartással összefüggő kérdések megoldásánál is hasznosítsuk.

– Fontos lenne foglalkozni a talaj és a felszín alatti víz sérülékenységének összefüggéseivel.

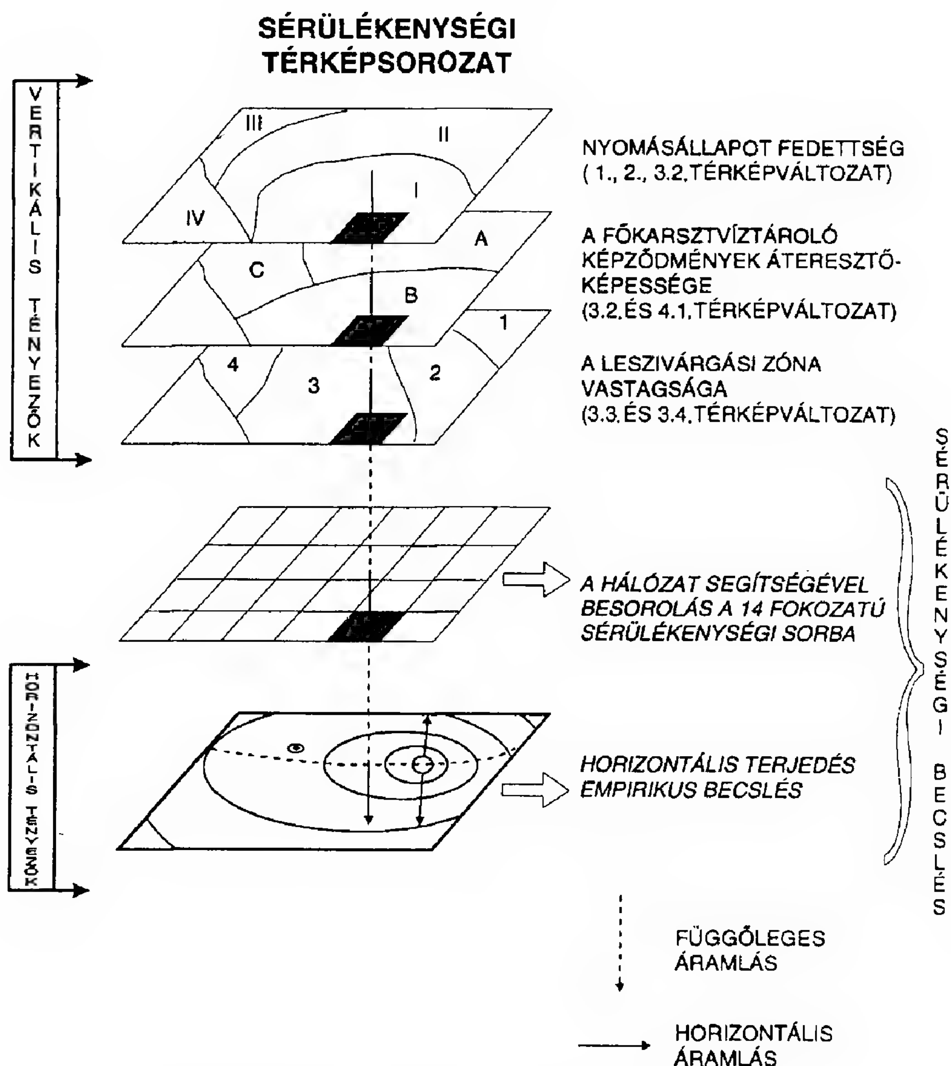
– Hangsúlyt kellene fektetni a sérülékenységi becslések megbízhatóságának elemzésére és az ezzel összefüggő módszertani kérdések kidolgozására.

– A sérülékenységi előrejelzéseknek a mainál fontosabb szerepet kellene szánni a környezeti elemek védelmében.

1. Nyomásállapot, fedettség	2. A főkarsztvíztároló képz. áleresztőképessége	3. A leszivárgási zóna vastagsága	Sebezhetőségi kategória	Relatív sérülékenységi sor
IV			IV	14
III	E		IIIE	13
	D		IIID	12
	C		IIIC	11
	B		IIIB	10
	A		IIIA	9
IIb	E	6	IIbE6	8
		5	IIbE5	
		4	IIbE4	
		3	IIbE3	
		2	IIbE2	
		1	IIbE1	
	D	6	IIbD6	7
		5	IIbD5	
		4	IIbD4	
		3	IIbD3	
		2	IIbD2	
		1	IIbD1	
II b	C	6	IIbC6	6
		5	IIbC5	
		4	IIbC4	
		3	IIbC3	
		2	IIbC2	
		1	IIbC1	
	B	6	IIbB6	5
		5	IIbB5	
		4	IIbB4	
		3	IIbB3	
		2	IIbB2	
		1	IIbB1	
	A	6	IIbA6	4
		5	IIbA5	
		4	IIbA4	
		3	IIbA3	
		2	IIbA2	
		1	IIbA1	
II a	E	6	IIaE6	5
		5	IIaE5	
		4	IIaE4	
		3	IIaE3	
		2	IIaE2	
		1	IIaE1	
	D	6	IIaD6	4
		5	IIaD5	
		4	IIaD4	
		3	IIaD3	
		2	IIaD2	
		1	IIaD1	
I	C		IC	3
	B		IB	2
	A		IA	1

9. *ábra*. Hálózat a vertikális sérülékenységi tényezők értékelésére a főkarsztvíztárolóban

Fig. 9. Grid for the assessment of vulnerability of the main karst reservoir based on vertical factors



10. ábra. A sérülékenységi becslés folyamatának szemléltetése

Fig. 10. Vulnerability assessment process

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik a tanulmány alapját képező PhD disszertációm, valamint ezen munkám elkészítésében bármiféle módon segítségemre voltak: Dr. ALFÖLDI Lászlónak, Dr. VÉGH Sándornénak, Dr. MINDSZENTY Andreának, Dr. ORSOVAI Imrének, Dr. ERDÉLYI Mihálynak, Dr. TÓTH Józsefnek, MAUCHA Lászlónak, Dr. LORBERER Árpádnak, CSEPREGI Andrásnak, IZÁPYNÉ WEHOVSZKY Erzsébetnek, JOCHÁNÉ EDELÉNYI Emőkének,

Berecz Andrásnak, Horváth Erikának, Halupka Gábornak, Téglás Juditnak és nem utolsó sorban családom valamennyi tagjának, kiemelten Némethy Dalmának. Külön köszönettel tartozom Dr. Füle Lászlónak a sérülékenységi térképsorozat GIS változatának elkészítéséért, a vertikális és horizontális sérülékenységi tényezők összhatásának megvizsgálásáért, munkám továbbfejlesztéséért. Sérülékenységi kutatásaim nem valósulhattak volna meg az OTKA bizottság támogatása nélkül (Ifjúsági OTKA F016355), amelyet ezúton is megköszönök.

Irodalom – References

Adams, B., Foster, S.S.D. 1992: Land surface zoning for groundwater protection. – *J. Inst. Water Environmental Management*. No. **6**. 213–312.

Albinet, M., 1970: Carte de vulnérabilité á la pollution des nappes d'eau souterraine de la France (1:1 000 000) – B.R.G.M. Direction du Service Géologique National, Secrétariat Permanent Pour L'Etude des Problémes de L'Eau.

Albinet, M., Margat, J. 1970: Cartographie de la vulnerabilité la pollution des nappes d'eau souterraine. – *Bull. B.R.G.M.* 2me Series **3/4,** 12–22.

Alföldi L. 1979: Budapesti hévizek. – *VITUKI Közlemények,* **20**. Budapest.

Alföldi L. 1982a: A felszín alatti vízáramlások szerepe a vízkészletek megújulásában. – *MTA X. Osztályának Közleményei,* **15/1–2**. 199–209.

Alföldi, L. 1982b: A layered thermal-water twin flow system. – *Journal of Hydrology,* **56**. 99–105.

Alföldi L. 1986: A felszín alatti vízáramlások szerepe a vízkészletek megújulásában. – *Földtani Kutatás,* **XXIX**. **4**. 3–9.

Alföldi L. 1994: Észrevételek a felszínalatti vizek szennyeződés érzékenységével kapcsolatban. – *Hidrológiai Közlöny,* **74**. **1**. 15–21.

Alföldi L., Csanády M., Fekete J., et al. 1984: Felszín alatti vizek nitrátosodása és a védekezés módjai. – OMFB 9-8303-ET. Elemző Tanulmány, Budapest, 1–26.

Alföldi L., Fekete J. 1984: Felszín alatti vizeink nitrátosodása és a védekezés módjai. – OMFB 9-8303-ET. Elemző Tanulmány, Budapest, 1–124.

Aller, L., Bennett, T., Lehr, J. H., Petty, R. J. 1985: DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic setting. – US EPA Report, 600/2–85–018. 1–160.

Andersen, L. J., Gosk, E. 1987: Applicability of vulnerability maps. Proceedings of the Conference on Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants /VSGP/, Nordwijk aan Zee. – The Netherlands, 321–332.

Andersen, L. J., Gosk, E. 1989: Applicability of vulnerability maps. – *Environmental Geology Water Sci.* Vol. **13**, No. 1, 39–43.

AQUARIUS 1994: A felszín alatti vízkészletek sérülékenységének országos feldolgozása. – Módszertani összefoglaló. Témajelentés. 1-11.

A Bakony-hegység fedetlen földtani térképe, M=1:100 000, MÁFI Kézirat

Az egészségügyi miniszter és az Országos Vízügyi Főigazgatóság vezetőjének 11/1961. (Eü. K. 7.) Eü. M. számú együttes utasítása a közcélú vízvezetéki ivóvízellátására szolgáló víznyerő helyek védőterületéről és védősávjáról.

A Dunántúli-középhegység topográfiai térképe, M=1:200 000, VITUKI Kézirat

Bachmat, Y., Collin, M. 1987: Mapping to Assess Ground Water Susceptibility to Pollution. Proceedings of the Conference on Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants /VSGP/, Nordwiijk aan Zee. – The Netherlands, 297–307.

Baker, D.B. 1990: Groundwater quality assessment through cooperative private well testing: An Ohio Example. – *Journal of Soil and Water Conservation,* 230–235.

Bence G., Bernhardt B., Bihari D., et al. 1990: A Bakony hegység földtani képződményei. Geology of Bakony Mountains (Hungary). Magyarázó a Bakony hegység fedetlen földtani térképéhez. M=1:50 000, Budapest, MÁFI Kiadvány 1–119.

Berecz A. 1993: Pest megye szennyeződésérzékenységi térképe. – Szakdolgozat. ELTE TTK Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék, 1–58.

Berecz A., Mádlné Szőnyi J., Orsovai I. 1993: Pest megye földtani környezetérzékenységi térképe M=1:25 000,. – Kézirat. 1–12., 99 térképmelléklet.

Bohn P. 1979: A Keszthelyi-hegység regionális földtana. – *Geologica Hungarica* Tom. 19. 1–197.

Böcker T., et al. 1972, 1982: Hidrogeológiai alaptérkép a Dunántúli-középhegység karsztvízszint-térképéhez, M= 1:200 000, – VITUKI Kiadvány.

Bögné Kővesdi E., Juhász J., Patócs I. 1991: Felszín alatti vizeket veszélyeztető tevékenységek környezetvédelmi kritériumai. – KGI Környezetfejlesztési Intézet Jelentése. MSz: 100–71481–403191. 1–166.

Carter, A. D., Palmer, R. C., Monkhouse, R. A. 1987: Mapping the vulnerability of groundwater to pollution from agricultural practice, particularly with respect to nitrate. – Proceedings of the Conference on Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants /VSGP/, Noordwijk aan Zee. The Netherlands, 333–342.

Császár G. 1991: Hazai litosztratigráfiai egységek és azok országos érvényű szimbólumrendszere. – Magyar Rétegtani Bizottság, Magyarhoni Földtani Társulat Kiadványa. 24 p.

Császár G., Haas J., Jocháné Edelényi E. 1978: A Dunántúli-középhegység bauxitföldtani térképe. A kainozoós képződmények elhagyásával készült térkép. M=1:100 000, – MÁFI Kiadvány.

Csepregi A. 1988a: A Dunántúli-középhegység DNY-i részének főkarsztos forrásai, víztermelő kútjai és aknái. Térkép M=1:100 000, – VITUKI Kézirat.

Csepregi A. 1988b: A Dunántúli-középhegység karsztvízszint észlelőkútjainak mért vízszintjei. – VITUKI Jelentés, Tsz: 7612/1/37, 1–25.

Csepregi A. 1989: A Dunántúli-középhegység modell-fejlesztésének 1989. évi eredményei, Bp., – VITUKI Jelentés, 1–13.

Drich, S. K., Rybachkovskii; E. A., Morozov, E. A. 1990: Teoreticheskie osnovy i methodika gidrogeologicheskogo prognoza zagryzneniya podzemnykh vod. Main principles and methodology of compiling maps of the risk of technological contamination of groundwater. Moscow: – Nauka 42–44.

Eckstein, Y., Zaporozec, A., (Eds.) 1993: Proceedings, second USA/CIS Joint Conference on Environmental Hydrology and Hydrogeology, Washington, D. C. Water Management and Protection. Alexandria, Virginia: – American Institute of Hydrology, 141–145.

Engelen, G. B., Kloosterman, F. H. 1996: Hydrological systems analysis. Methods and Applications. – Water Science and Technology Library, Vol. 20. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London. 1–152.

Erdélyi M. 1972: A Magyar-medence felszín alatti vizeinek veszélyeztetettségi térképe. – In: Erdélyi M. 1980: Felszín alatti vizeink és szennyeződésük kérdése. – *Földrajzi Értesítő*, XXIX. 2–3. 193–216.

Fetter, C. W. 1988: Applied hydrogeology. – 2nd Ed. Macmillan Publ. Comp. New York, Collier Macmillan Canada Toronto, Maxwell Macmillan International New York, Oxford, Singapure, Sydney. 217–259.

Félegyházi Zs., Havasné Szilágyi E., Csepregi A., Lorberer Á. 1984: A Dunántúli Magyar Középhegység karsztvízföldtani jellemzői (DNy-i rész). 1:100 000, – VITUKI Kézirat.

Foster, S. S. D. 1987: Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy. – Proceedings of the Conference on Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants. /VSGP/, Noordwiijk aan Zee, The Netherlands, 69–87.

Foster, S. S. D. Hirata, R.C.A. 1988: Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data. – WHO-PAHO-CEPIS Technical Report, Lima, Peru. 120 p.

Foster, S. S. D., Skinner, A. C. (eds.) 1985: Theoretical background, hydrogeology and practice of groundwater protection zones. – *Intl. Contr. to Hydrogeology*, Vol. 6., Heise, Hannover, 159–166.

FOSTER, S. S. D., SKINNER, A. C. 1995: Groundwater protection: the science and practice of land surface zoning. Groundwater Quality: Remediation and Protection. – Proceedings of the Prague Conference, May 1995 IAHS Publ. no. **225**., 471–482.

FULE L. 1992: Dunakeszi-Mogyoród-Csomád területének felszíni szennyeződés érzékenysége. – Szakdolgozat. ELTE TTK Alkalmazott és Műszaki Földtani Tanszék, 1–99.

FÜLE L. 1994: Szennyeződés-érzékenységi vizsgálatok Dunakeszi-Mogyoród-Csomád területén. – *Hidrológiai Közlöny*, **74**. **6**. 353–361.

FÜLE L. 1997: Víztartók térinformatikai adatbázison alapuló sérülékenységi vizsgálata Balatonfűzfő térségében. – Kandidátusi értekezés. Veszprémi Egyetem Kémiai Technológiai Tanszék, Veszprém. 1–170.

GERBER P., JUHÁSZ J., KOVÁCS GY., POHL K., VÉGH S.-né 1975: értékelő tanulmány a Dunántúli eocén szénmedencék vízföldtani helyzetéről, – MFT Jelentés, 1–128.

GOLDBERG, V. M., GAZDA, S. 1984: Gidrogeologicheskie osnovy okhrany podzemnykh vod ot zagryazneniya (Hydrogeological principles of groundwater protection from contamination). – Moscow, Nedra 1–261.

GONDÁRNÉ SŐREGI K., GONDÁR K. 1988: A Balaton-felvidék karsztvízföldtani vizsgálata. – *Hidrológiai Közlöny* **68**. **6**. 348–355.

GOSSENS, M., VAN DAMME, M. 1987: Vulnerability mapping in Flanders, Belgium. – Proceedings of the Conference on Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants. /VSGP/, Noordwijk aan Zee, The Netherlands, 355–360.

HAAS J., TÓTH Á., CSÁSZÁR G., JOCHÁNÉ EDELÉNYI E. 1987: A Dunántúli-középhegység bauxitföldtani térképe. Összevont fekü-fedő mélység kombinációs térkép. M=1:100 000.

HAERTLE, T. 1983: Method of working out an employment of EDP during the preparation of groundwater vulnerability maps. Oxfordshire, UK: – International Association of Hydrological Sciences (IAHS) Publ. no. **142/2**. 1073–1085.

MC HARG, I. L. 1969: Design with nature. – The Natural History Press, Garden City, New York.

HOPKINS, L. D. 1977: Methods for generating land suitability maps: A comparative evaluation: – *Amer. Inst. of Planners Journal*, Vol. **43**., No. **4**, 386–400.

IAH 1995: Uses and Limitations of Vulnerability Maps. – Int. Contrib. Hydrogeology (in press) *In*: FOSTER, S.S.D., SKINNER, A.C. 1995: Groundwater protection: the science and practice of land surface zoning, Groundwater Quality: Remediation and Protection Proceedings of the Prague Conference, May 1995, IAHS Publ. no. **225**., 471–482.

JÓZSA G., PRAKFALVY P. 1985: A környezetföldtani térképezés tapasztalatai Észak-Magyarország nyugati részén. – *Mérnökgeológiai Szemle*, **34**. 45–53.

KALINSKI, R. J., KELLY, W. E., BOGARDI, I., EHRMAN, R. L., YAMAMOTO, P.D. 1994: Correlation between DRASTIC vulnerabilities and incidents of VOC contamination of municipal wells in Nebraska. – *Ground Water*, Vol. **32**, No. **1**., 31–34.

KASSAI F. 1948: Paleogén szénbányászatunk, a karsztvíz és a védekezés módjai. – *Hidrologiai Kozlöny*. **XXVIII**. **1–4**. 4–48.

KASSAI, M. (főszerk.) 1988: Magyarország szennyeződés-érzékenységi térképe. 1:500 000, 1 térkép

KASSAI M., SOÓS J.-né 1977: A felszíni szennyeződés-érzékenységi térkép, mint tervezési alaptérkép. MÁFI Kézirat, 1-4.

KASSAI M. SOÓS J.-né 1978: Földtani környezetvédelem. A felszíni szennyeződés-érzékenységi térkép, mint tervezési alaptérkép. – *MÁFI Évi Jelentése az 1977. évről*, 409–412.

KNEIFEL F. 1984: Felszínközeli kőzettípusok szennyeződés-érzékenysége Komárom megyében. – *Mérnökgeológiai Szemle*, **32**. 19–31.

LARSEN, O. 1995: Protection areas for drinking-water resources. – Manuscript of University of Copenhagen, Denmark, 1–6.

LORBERER Á. 1985: A Dunántúli-középhegység karsztvízszint térképe (DNY-i rész). 1950. január 1-i állapot, M=1:100 000, – VITUKI Kézirat.

LORBERER Á. 1986: A Dunántúli-középhegység karsztvízföldtani és vízgazdálkodási helyzetfelmérése és döntéselőkészítő értékelése. – I. Összefoglaló jelentés TSZ: 7611/1/62. 1–130.

LORBERER Á. 1989: A Dunántúli-középhegység karsztvízszint térképe (DNY-i rész). 1989. január 1-i állapot, 1:100 000, – VITUKI Kiadvány.

LORBERERNÉ SZENTES I. 1986: Eocén formációk vízföldtani jellemzése. – MÁFI Vízföldtani Osztály Kézirat. 1–10.

LORBERERNÉ SZENTES, I. 1987: Felső-kréta formációk vízföldtani jellemzése. – MÁFI Vízföldtani Osztály Kézirat. 1–32.

LORBERERNÉ SZENTES I. 1989a: Magyarországi júra formációk vízföldtani jellemzése. – I. rész MÁFI Vízföldtani Osztály, Kézirat. 1–11.

LORBERERNÉ SZENTES I. 1989b: A magyarországi alsó-középső kréta formációk vízföldtani jellemzése. – MÁFI Vízföldtani Osztály, Kézirat. 1–77.

LORBERERNÉ SZENTES I. 1989c: A magyarországi eocén formációk vízföldtani jellemzése. – MÁFI Vízföldtani Osztály, Kézirat. 1–15.

LORBERERNÉ SZENTES I. 1990: Triász formációk vízföldtani jellemzése. – MÁFI Vízföldtani Osztály, Kézirat. 1–32.

Magyarország Agrotopográfiai Térképsorozata 1979: – Kartográfiai Vállalat MN Térképészti Intézete, M=1:100 000.

Magyarország földtani térképe, Veszprém 1969: L-33-XII., Székesfehérvár 1966: L-34-VII., Tatabánya 1968: L-34-I., M=1:200 000-es sorozat, – MÁFI Kiadvány.

MAUCHA L. 1985: A Dunántúli-középhegység forrásai (DNy-i rész) térképe, M=1: 100 000, – VITUKI, Kézirat.

MÁDLNÉ SZŐNYI J. 1990: A Dunántúli-középhegység főkarsztvíztároló rendszerében lejátszódó hosszúperiódusú vízszintingadozások. Pályázati Kézirat. ELTE TTK Alkalmazott és Műszaki Földtani Tanszék, Budapest 1–24.

MÁDLNÉ SZŐNYI J. 1994: Hosszúperiódusú vízszintváltozás a Dunántúli-középhegységi főkarsztvíztárolóban. – *Hidrológiai Közlöny.* **74.** 3. 150–163.

MIRONENKO, V. A., RUMYNIN, V. G. 1990: Assessment of the protective properties of the zone of aeration. – *Inzh. geol.* No. **2.**, 3–18.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1993: Groundwater Vulnerability Assessment: Contamination Potential under Conditions as Uncertainty. – National Academy Press. Washington D.C. USA. 1-204.

NATIONAL RIVERS AUTHORITY 1992: Policy and practice for the protection of groundwater. (Bristol: N.R.A.). 1–142.

PETTYJOHN, W:A., SAVOCA, M., SELF, D. 1991: Regional Assessment of Aquifer Vulnerability and Sensitivity in the Conterminous United States. – Washington, D. C.: U.S. Government Printing Office. 1–193.

RASMUSSEN, P., HENRIKSEN, H. J. 1995: Classification and protection of the Danish groundwater resources. Solutions '95, – IAH Congress, June 4–10, 1995. Edmonton, Alberta, Canada, Manuscript, 1–7.

ROBINS, N., ADAMS, B., FOSTER, S., PALMER, R. 1994: Groundwater vulnerability mapping: the British perspective. (In English) – *Hidrogeologie,* No. **3.**, 35–42.

ROSEN, L. 1994: A Study of the DRASTIC Methodology with Emphasis on Swedish Conditions, – *Ground Water,* Vol. **32.** No. **2.**, 278–285.

SOTORNIKOVÁ, R., VRBA, J. 1987: Some remarks on the concept of vulnerability maps. – Proceedings of the Conference on Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants /VSGP/, Nordwiijk aan Zee. The Netherlands 471–476.

SZENTES F. 1958: A Bakony-hegység fedetlen földtani térképe. M=1:100 000, – MÁFI Kiadvány.

SZENTES F., BARNABÁS K, CZABALAY L. 1972: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L-33-XII. Veszprém, – MÁFI Kiadvány. 1–271.

SZŐNYI J. 1986: A szénhidrogénkutató fúrások hulladékfolyadékai és azok elhelyezésének követelményei Szeged-Algyő térségének példáján. – Szakdolgozat. ELTE TTK Alkalmazott és Műszaki Földtani Tanszék, 1–108.

TÓTH, J. 1978: Gravity-induced cross-formation flow of formation fluids, Red Earth region Alberta, Canada: Analysis, patterns and evolution. – *Water Resources Res.* **14 (5)**. 805–843.

TÓTH, J. 1990: Hydraulic Continuity in Large Sedimentary Basins. – Proceedings of the International Conference on Groundwater in Large Sedimentary Basins, Perth, Western Australia, 9-13 July. Australian Government Publishing Service, Canberra 2–14.

TÓTH, J. 1995: Hydraulic Continuity in Large Sedimentary Basins. – *Hydrogeology Journal.* Vol. 3., No. **4**, 4–16.

U. S. Environmental Protection Agency (USEPA) 1993: A Review of Methods for Assessing Aquifer Sensitivity and Ground Water Vulnerability to Pesticide Contamination. Draft. Washington, D.C.: U. S. Environmental Agency.

VÁRALLYAY GY., SZŰCS L. 1978: Magyarország új 1:100 000 méretarányú talajtérképe és felhasználási lehetőségei. – *Agrokémia és Talajtan,* **27.**, No: **3–4**, 267–288.

VÁRALLYAY GY., SZŰCS L., MURÁNYI A., RAJKAI K., ZILAHY P. 1979, 1980a: Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100 000 méretarányú térképe I-II. – *Agrokémia és Talajtan,* **28.**, 363–384; **29.**, 35–76.

VÁRALLYAY GY., SZŰCS L., RAJKAI K., ZILAHY P. MURÁNYI A. 1980b: Magyarországi talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak kategóriarendszere és 1:100 000 méretarányú térképe. – *Agrokémia és Talajtan,* **29.**, No: **1–2**, 77–112.

VÁRALLYAY GY., SZŰCS L., MURÁNYI A., RAJKAI K., ZILAHY P. 1981: Magyarország agroökológiai potenciálját meghatározó talajtani tényezők 1:100 000-es méretarányú térképe. – *Földrajzi Értesítő,* **XXX. 2-3.** 235–250.

VÉGH S-né, ORAVECZ J., MENSÁROS P. 1978: A Bakony-hegység fedetlen földtani térképe, – MFT Kézirat.

VIERHUFF, H. 1981: Classification of groundwater resources for regional planning with regard to their vulnerability to pollution. – Quality of Groundwater, Studies in Environmental Science, **17.**, Elsevier, Amsterdam, 1101–1103.

VILLUMSEN, A., JACOBSEN, O. S., SONDERSKOV, C. 1982: Mapping the vulnerability of groundwater reservoirs with regard to surface pollution. – Geological Survey of Denmark, Yearbook 1982., Copenhagen, 17–38.

VITUKI Rt. 1994: Felszín alatti víztartók sérülékenységének vizsgálata. I. A talajvíztartó sérülékenységének vizsgálata. – Témajelentés, 1–18.

VRÁNA, M. 1977: Development of methods for the preparation of groundwater-protection maps. – Intl. Assoc. of Hydrogeologists, Birmingham Congress, Memories Vol. **XIII**, pt. 1, B22–B28.

WALKER, W. H. 1969: Illinois ground-water pollution. – *Jour. Amer. Water Works Assoc.,* Vol. **61**, No. **1**, 31–40.

ZAPOROZEC, A. 1990: Hydrogeologic mapping for ground-water protection, Recent Advances in Ground-Water Hydrology. – American Institute of Hydrology, 588–597.

ZEKSTER, I. S., BELOUSOVA, A. P., DUDOV V. Yu. 1995: Regional assessment and mapping of groundwater vulnerability to contamination. – *Environmental Geology,* No. **25.**, 225–231.

A kézirat beérkezett: 1995. 08. 25

Földtani Közlöny 127/1–2, 85–109 (1997) Budapest

Víztartó rendszer sérülékenységi értékelése DRASTIC-módszerrel

A groundwater vulnerability assessment with the DRASTIC method

FÜLE László[1]

(10 ábra, 1 táblázat)

Abstract

The DRASTIC method was developed in 1987 by the United States Environmental Protection Agency (EPA) as a standardized system for evaluating aquifer vulnerability. The word DRASTIC is an acronym for the parameters used to arrive at the index number. In this paper, we describe a case study where the DRASTIC vulnerability system was applied using GIS technology in the Balatonfűzfő area, Hungary.

The results indicated that the system a slightly overestimates the vulnerability of porous media aquifers compared to aquifers in fractured media. The method needs further refinement with respect to other factors, e.g. absorption capacity, travel time and dilution. Later, the correlation between vulnerability assessment and incidents of contamination needs to be cleared.

Manuscript received: 24. 03. 1997

Összefoglalás

A DRASTIC-módszert az Egyesült Államok Környezetvédelmi Hivatala (EPA) fejlesztette ki 1987-ben, mint szabványosított rendszert a víztartók sérülékenységi értékelésére. A DRASTIC elnevezés egy mozaikszó, mely a vizsgált tényezők kezdőbetűiből tevődik össze. E dolgozatban egy esettanulmányt mutatunk be, ahol a DRASTIC sérülékenységi módszert térinformatikai technológia felhasználásával alkalmaztuk Balatonfűzfő térségére.

Az eredmények azt mutatják, hogy a rendszer kissé túlértékeli a porózus víztartó sérülékenységét a hasadékos víztartóval szemben. A módszer további finomításra szorul olyan egyéb tényezők figyelembevételével, mint a szorpciós kapacitás, elérési idő, hígulás. A későbbiekben a sérülékenységi vizsgálat és a szennyeződések előfordulása közötti összefüggéseket is szükséges tisztázni.

Bevezetés

A DRASTIC-módszer (ALLER et al. 1987) talán a világ legismertebb sérülékenységi értékelő rendszere, mely a szennyezőanyag kompenzálódási lehetőségét határozza meg a felszíntől a víztartó adott pontjáig történő mozgás során, a helyi hidrogeológiai adottságok figyelembevételével. A felszín alá bejutó

[1] Veszprémi Egyetem, Környezetmérnöki és Kémiai Technológia Tanszék
8200 Veszprém, Egyetem u. 10. Pf. 158. Tel.: (88) 422–022/4134 m.

szennyeződés függőleges útja során a talajjal, a telítetlen és telített zónával érintkezik, majd a felszín alatti vízben való terjedése a vízáramlás irányától és sebességétől függően zajlik le. A mozgás során tisztítási folyamatok lépnek fel a földtani környezetben, melyek többek közt hígulás, mechanikai szűrés, adszorpció, ioncsere, kicsapódás, oxidáció–redukció és biodegradáció. E folyamatok kedvező hatásának mértéke a vízföldtani adottságok és a szennyező kölcsönhatásának ismeretében becsülhető. Az általános sérülékenységi vizsgálat egy elvi vízoldható szennyezőt feltételez, így az értékelés a hidrogeológiai felépítés alapján történik. A módszer szerzői a vizsgálat elvégzéséhez az alábbi kiindulási feltételeket határozták meg:

1., a feltételezett szennyeződés a felszínről származik,
2., a szennyeződés a csapadék hatására mosódik be felszín alá,
3., a szennyezőanyag mozgékonysága a vízével egyező,
4., a vizsgált terület, melyre a módszer alkalmazható, legalább 100 acre ($0,4\ km^2$) vagy annál nagyobb.

A módszer hét tényezőt vizsgál, melyek: a víztükör felszín alatti mélysége (**D**epth to water), a víztartó nettó utánpótlódása (net **R**echarge), a víztartó anyaga (**A**quifer media), a talaj anyaga (**S**oil media), a lejtésviszonyok (**T**opography), a telítetlen zóna hatása (**I**mpact of the vadose zone), a víztartó vízvezetőképessége (hydraulic **C**onductivity). A tényezők angol nevének kezdőbetűiből adódott a DRASTIC mozaikszó. Minden tényezőt 1–10 pont között értékel (*I. táblázat*), a maximum érték a vizsgált tényező sérülékenységre gyakorolt legkedvezőtlenebb hatását jelenti. A tényezőket különböző súllyal veszi figyelembe, a DRASTIC-indexet az egyes tényezők súlyozott pontértékének összege adja:

$$D_i = D_R D_W + R_R R_W + A_R A_W + S_R S_W + T_R T_W + I_R I_W + C_R C_W,$$

ahol az indexben szereplő R a vizsgált tényező pontértékére, a W pedig az adott esetben alkalmazott súlyra utal. A tényezők alaptérképeit ezután kézi vagy térinformatikai átlapolással kell egymásravetíteni, majd kiszámolni a kialakult területelemek DRASTIC-indexét. A maximálisan elérhető pont 230, melynek alapján nyolc sérülékenységi fokozat különíthető el, legsérülékenyebbnek a 200 pont feletti, legkevésbé sérülékenynek pedig a 80 pont alatti terület számít, köztük 20 pontonként következnek újabb kategóriák.

A kidolgozott módszer alapján az USA több államára (pl. Iowa: HOYER 1991; Minnesota: HOSHAL et al. 1991; Nebraska: RUNDQUIST et al. 1991; Texas: ATKINSON & THOMLINSON 1994; Indiana: COOPER 1996) készült DRASTIC-féle sérülékenységi térkép, de Nyugat-Európában (ROSEN 1994), Afrikában (LYNCH et al. 1993) és Ausztráliában (BARBER et al. 1994) is megtaláljuk alkalmazásának sikeres példáit. Sikerének titka, hogy tényezőinek többsége hidrogeológiai térképekről egyszerűen leolvasható, az értékelés a laikus számára is sokatmondó tájékoztatást ad a sérülékenységről. A térinformatikai elemzés számára is könnyen értelmezhető sémát kapunk, a hidrogeológiai felépítés ismeretében a recept követésével bármely területen meghatározható a sérülékenység és összehasonlítható más területek adottságaival.

A módszer széleskörű alkalmazása a világ különböző területein számos kritikai észrevételt eredményezett, különösen megkérdőjelezett az egyes tényezők értékelésének szubjektivitása (főleg a víztartó és a telítetlen zóna anyagának megítélése esetén) és a súlyozás érvényessége (MEEKS & DEAN 1990). Több szerző a DRASTIC-módszer eredményeit valódi szennyeződések hatásával hasonlította össze. BARBER et al. (1994) a nitrátszennyeződések előfordulási gyakoriságával állapított meg pozitív korrelációt (New South Wales, Ausztrália), KALINSKI et al. (1994) az illékony szerves vegyületeket vizsgálta Nebraska államban (USA), NAVULUR et al. (1995) pedig a peszticideket szintén pozitív eredménnyel (Indiana, USA). GARRETT et al. (1989) ugyanakkor nem talált egyértelmű összefüggést a gázolaj-, peszticid- és nitrátszennyeződések hatása és a DRASTIC-értékelés között (Maine, USA).

Valójában pontos összefüggést akkor lehetne feltárni a sérülékenységi értékelés és a szennyeződések valódi hatása között, ha a kiválasztott szennyezőanyaggal egységesen terhelnénk a vizsgált terület egészét és mérnénk a koncentrációt a víztartó különböző pontjain (FOSTER & SKINNER 1995; MÁDLNÉ SZŐNYI 1996). Emiatt már korán a diffúz szennyeződésekre (pl. mezőgazdasági nitrát, peszticid) fordult a sérülékenységi vizsgálatokat végzők figyelme (CARTER et al. 1987).

A hatékonyabb tervezés és döntéshozatal számára felmerült az igény a módszer egyéb tényezőkkel való kiegészítésére (pl. területhasználat, potenciális szennyezőforrások előfordulása). EVANS & MYERS (1990) Delaware államban (USA) a DRASTIC-értékelést kockázatelemzéssel bővítette ki, melyben a tényezők sorába a területhasználatot és a szennyvízgyűjtő rendszer sűrűségét is figyelembe vette, szintén 10 fokozatú értékeléssel. A kritikák többsége jobbító szándékú volt, a módszert adathiányos területen, vagy más célokra végzett vizsgálat esetén is próbálták javítani és alkalmassá tenni.

A sérülékenységi térképek előállítása kézi módszerekkel is megvalósítható, de nagy előnyt nyújt ebben a földrajzi információs rendszerek alkalmazása, ahol számítógépes programok segítségével oldható meg az egyes tényezők térképeinek egymásravetítése. A térinformatikai rendszer földtani, hidrogeológiai alkalmazására a sérülékenységi témakörben mindig is mintapéldát jelentett (HOSHAL et al. 1991). Kisebb méretarányú, főleg egész országot, államot feldolgozó vizsgálatok esetén főleg raszteres GIS-t használtak (pl. ERDAS-t ATKINSON & THOMLINSON 1994; ARC/INFO GRID-et, LYNCH et al. 1993), ahol az átlapolás az azonos méretű cellák miatt könnyebben megvalósítható. Vektoros rendszer esetén a fedvényezési művelet körülményesebben oldható meg a keletkező rengeteg poligon miatt, de a rasztercellákkal ellentétben az alaptérképek eredeti területhatárait tartalmazza. Vektoros térinformatikai rendszer (ARC/INFO) magyarországi alkalmazásának példája a dunántúli-középhegységi főkarsztvíztároló rendszer sérülékenységi értékelése (MÁDLNÉ SZŐNYI 1996) és térinformatikai feldolgozása (FÜLE 1996).

A térinformatikai rendszerek használatánál különösen előnyös, ha a feldolgozandó tényezők alaptérképei már digitális formában rendelkezésre állnak a geológiai szolgálatoknál, kutatóintézeteknél (pl. az USA esetében), így a meg-

adott sérülékenységi receptúra laikus felhasználók számára is levezethető, különösen, ha azt számítógépes program könnyíti meg. NAVULUR et al. (1995) a DRASTIC, SEEPAGE (System for Early Evaluation of Pollution Potential of Agriculture Groundwater Environments) és SPISP (Soil/Pesticid Interaction Screening Procedure) sérülékenységi módszerek levezetésére írtak számítógépes programot. Indiana államra 1:250 000-es méretarányban készült a három módszerrel sérülékenységi térkép, a peszticid-szennyeződések előfordulási gyakoriságával legjobban a DRASTIC-módszer eredménye egyezett.

A DRASTIC-értékelés előnyei és hátrányai ellenére világszerte elismert és alkalmazott sérülékenységet becslő módszer. E munkában megkíséreltük felhasználni az értékelést Balatonfűzfő környékére 1:25 000-es méretarányban. A vizsgálat céljai közé tartozott annak kiderítése, vajon a DRASTIC-módszer mennyire alkalmazható magyar földtani adottságokra, a rendelkezésre álló adatokból levezethető-e az értékelés, javasolható-e a módszer átvétele a magyarországi sérülékenységi vizsgálatokra. Éppen ezért az értékelés során igyekeztünk a szerzők által megadott pontértékekhez és súlyokhoz (*I. táblázat*) ragaszkodni, majd összehasonlítani a várt és a kapott eredményt.

A választott mintaterület vízföldtani felépítésének érdekessége, hogy a balaton-felvidéki karsztvíztároló DK-i irányban összekapcsolódik a pannóniai-negyedkori rétegvíz-, talajvíztartó összlettel, ezért a módszer tesztelésére az eltérő vízföldtani adottságú víztartók miatt kitűnő mintaterület.

Földtani–vízföldtani adottságok

A balatonfűzfői terület a Balaton-felvidék ÉK-i részén a Dunántúli-középhegység ÉK–DNy-i tengelyű mezozóos szinklinálisának déli szárnyán helyezkedik el, melynek legidősebb tagjai ópaleozóos rétegek, majd fokozatosan fiatalabb üledékek következnek a szinklinális tengelyét alkotó alsó-kréta korú kőzetekig (BALLA et al. 1993). A vizsgált területen (*1. ábra*) a rétegsor csak felső-triászig képviselt, meredeken, 35–50°-ban ÉNY-i irányban dőlő rétegekkel. A keleti, délkeleti részen DNy–ÉK-i csapású vonulatban Lovasi Agyagpala, Balatonfelvidéki Homokkő található az aljzatban (DUDKO 1991b), melyet kb. 300 m vastagságú harmad-, negyedidőszaki törmelékes összlet borít. Az ópaleozóos kőzetek a szilur metabazalt kivételével nem fordulnak elő felszínen, a permi vöröshomokkő viszont felszíni kibukkanásban több helyről is ismert a terület középső és ÉNy-i részén. A Dunántúli-középhegység triász képződményei felszínen, DNy–ÉK-i csapású vonulatban folyamatos rétegsorban helyezkednek el.

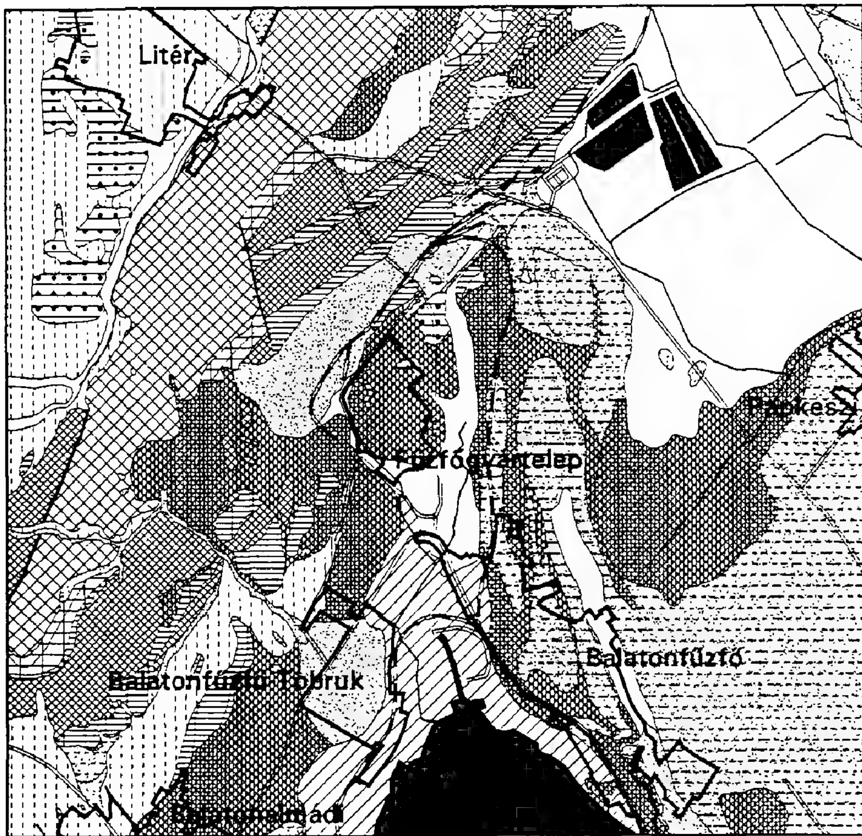
A terület legmeghatározóbb szerkezeti eleme az eoalpi tektonikai ciklushoz tartozó Litéri-feltolódás (DUDKO 1991c), melynek ÉNy-i szárnyán szétszakadozott paleozóos antiklinális, DK-i szárnyán pedig felső-triász dolomit magvú szinklinális húzódik. A feltolódás következtében a rétegsor ÉNy-i irányban mintegy megismétlődik. A feltolódást haránttörések egészítik ki, melyek kisebb elmozdulásai a DNy–ÉK-i csapású vonulatot megszakítják néhány helyen.

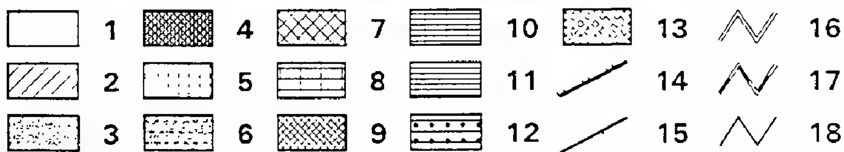
A DRASTIC-módszer (ALLER et al. 1987) értékelő rendszere

The evaluating system of the DRASTIC method (ALLER et al. 1987)

I. táblázat – Table I

DRASTIC-tényező	súly	kategóriák	pontérték	
			változó	típusos
D_R Vízmélység (m) (eredeti leírásban lábban megadva)	$D_w=5$	0–1,5		10
		1,5–4,5		9
		4,5–9,0		7
		9,0–15,0		5
		15,0–22,5		3
		22,5–30,0		2
		30<		1
R_R Beszivárgás (mm/év) (eredeti leírásban hüvelyk/évben megadva)	$R_w=4$	0–50		1
		50–100		3
		100–175		6
		175–250		8
		250<		9
A_R Víztartó anyaga	$A_w=3$	tömeges agyagpala	1–3	2
		metamorf/magmás	2–5	3
		mállott metamorf/magmás	3–5	4
		glaciális till	4–6	5
		vékonyan rétegzett homokkő, mészkő és agyagpala sorozatok	5–9	6
		tömeges homokkő	4–9	6
		tömeges mészkő	4–9	6
		homok és kavics	4–9	8
		bazalt	2–10	9
		karsztos mészkő	9–10	10
S_R Talaj anyaga	$S_w=2$	vékony vagy hiányzik (<=25 cm)		10
		kavics		10
		homok		9
		tőzeg, tufa		8
		duzzadó és/vagy aggregált agyag		7
		homokos vályog		6
		vályog		5
		iszapos vályog		4
		agyagos vályog		3
		agyag		1
T_R Lejtésviszonyok (%)	$T_w=1$	0–2		10
		2–6		9
		6–12		5
		12–18		3
		18<		1
I_R Telítetlen zóna anyaga	$I_w=5$	zárt tükrű víztartó	1	1
		iszap/agyag	2–6	3
		agyagpala	2–5	3
		mészkő	2–7	6
		homokkő	4–8	6
		rétegzett mészkő, homokkő, agyagpala	4–8	6
		homok és kavics jelentős iszap- és agyagtartalommal	4–8	6
		metamorf/magmás	2–8	4
		homok és kavics	6–9	8
		bazalt	2–10	9
		karsztos mészkő	8–10	10
C_R Víztartó vízvezetőképessége (m/s) (eredeti leírásban gallon/nap/láb^2-ben)	$C_w=3$	$5x10^{-7}$–$5x10^{-5}$		1
		$5x10^{-5}$–$1,5x10^{-4}$		2
		$1,5x10^{-4}$–$3,5x10^{-4}$		4
		$3,5x10^{-4}$–$5x10^{-4}$		6
		$5x10^{-4}$–10^{-3}		8
		10^{-3} <		10





1. ábra. Balatonfűzfő térségének vázlatos földtani térképe (Boross & Papp 1980; Bence et al. 1988 és Budai & Koloszár 1990 térképei nyomán). 1. alluvium, 2. tavi mésziszap, tőzeg, 3. folyóvízi kavics, homok, 4. lejtőtörmelék, 5. lösz, lejtőlösz, 6. pannóniai homok, aleurit, 7. felső-triász dolomit, 8. felső-triász mészkő, 9. középső-triász dolomit, 10. középső-triász mészkő, 11. alsó-triász márga, homokkő, 12. permi vöröshomokkő, 13. szilur metabazalt, 14. feltolódás, 15. vető, 16. műút, 17. vasút, 18. vízfolyások

Fig. 1. The geological map of the area of Balatonfűzfő (based on Boross & Papp 1980; Bence et al. 1988 and Budai & Koloszár 1990). 1. alluvium, 2. lacustrian calcareous silt and peat, 3. alluvial gravel, sand, 4. kolluvium, 5. loess, 6. Pannonian sand, silt, 7. Late-Triassic dolomite, 8. Late-Triassic limestone, 9. Middle-Triassic dolomite, 10. Middle-Triassic limestone, 11. Early-Triassic marl, sandstone, 12. Permian sandstone, 13. Silurian metabasalt, 14. reverse fault. 15. normal fault, 16. roads, 17. railway, 18. water-courses

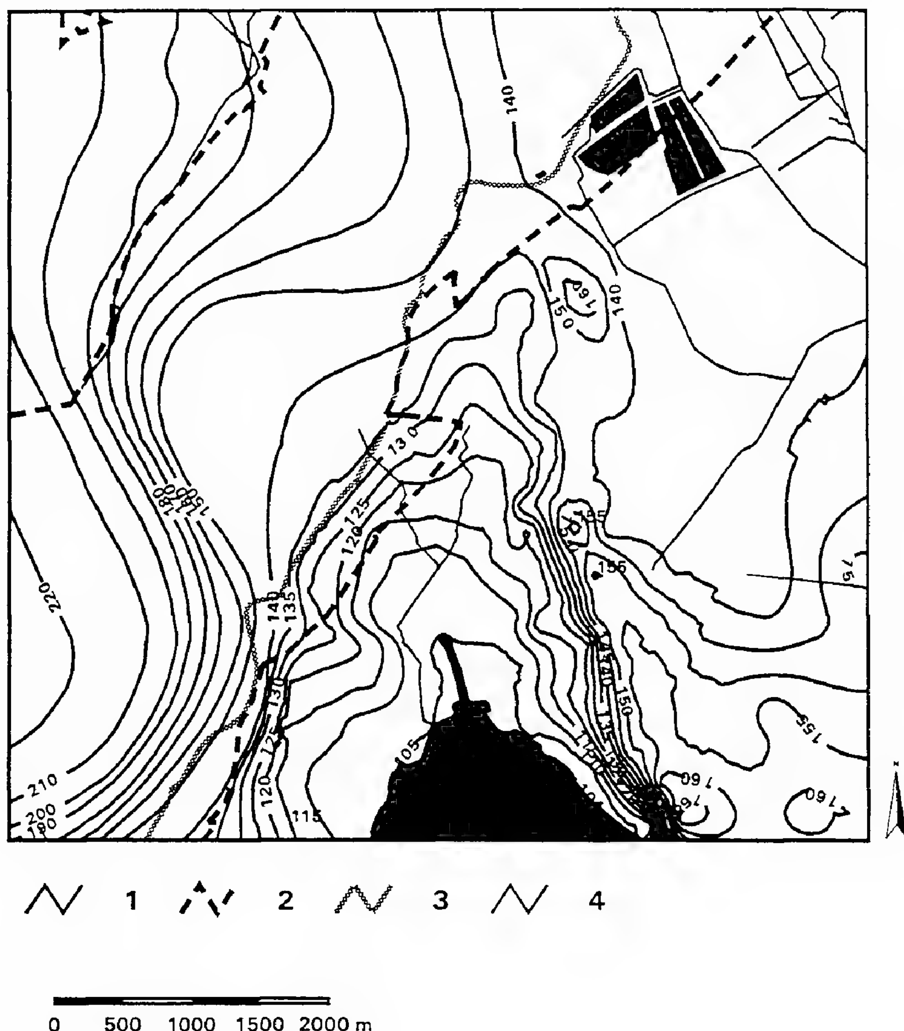
A hidrogeológiai adottságokat a földtani, szerkezeti felépítés erősen befolyásolta. A terület ÉNy-i része a Dunántúli-középhegység, Balaton-felvidék főkarsztvíztároló rendszeréhez kapcsolódik. A kréta szerkezeti mozgások hatására a jó vízvezető karbonátos pásztákat vízrekesztő márga vonulatok szakítják meg (MAUCHA 1992), ezért magas vízszintesések mutatkoznak. A torlódásos zónák miatt a vizsgált terület középső részén húzódó, ÉNY–DK-i csapású karsztos vonulat hidraulikai kapcsolata korlátozott a Veszprémi-fennsík felé, de nem különül el teljes mértékben. A kapcsolatot egyrészt haránttörések, másrészt a Litéri-törés a mintaterületen kívülre eső olyan részei biztosítják, ahol az áttolódás mindkét szárnyán jó vízvezető karbonátos kőzetek találkoznak egymással (pl. Pétfürdőtől délre, Szentkirályszabadjától keletre). A dolomitvonulat főleg nyílt karsztként jellemezhető, kis foltokban takarják fedőrétegek, melyek főleg felső-pannóniai homok, kavics, kőzetliszt, negyedkori lejtőtörmelék, lösz, alluvium. A karsztvíztároló DK-i irányban ismét alsó-triász vízrekesztő márgával, permi vöröshomokkővel határolt, melyre a talajvíztároló pannóniai törmelékes összlet települ. A karsztvíz szintje (2. *ábra*) 220–140 m-ig csökken DK-i irányban (LORBERER 1992). Megjegyzendő, hogy a perm–alsó-triász kőzetek gyenge vízvezetőképessége miatt a vízszint folyamatossága megkérdőjelezhető. A karsztvíztároló és talajvíztároló kapcsolata e képződményeken keresztül korlátozott, a haránttörések, valamint a triász kőzetekre települt pannóniai képződmények kötik össze hidraulikailag a két víztárolót. A kapcsolatot bizonyítja, hogy a karsztvízszint-izovonalak folyamatosan kapcsolódnak a talajvízéhez. A talajvízszint térkép szerkesztése a területen mélyített sekélyfúrások (MOLDVAY et al. 1982–85) nyugalmi vízszintjeinek interpolálásával készült.

A törmelékes talajvíz- és rétegvíztároló összlet főként felső-pannóniai finomhomokból, aleuritból áll, melyben néhány dm-es rétegek váltakoznak egymással. A rétegsort a vízfolyások völgyeiben negyedidőszaki alluvium, a Balaton északi partján mésziszap, tőzeg egészíti ki. Az összletet a sekélyfúrások csak 15 m-ig tárták fel, agyag azonban csak 10–20 cm vastagságú rétegekben, lencsékben fordul elő, ezért a talajvíz- és rétegvízemelet nem különíthető el egymástól. A Pk-I. fúrás szerint a 77 m mélységig húzódó felső-pannóniai összlet teljes egészében finomhomok és aleurit váltakozásából áll, melyek közt nem található vízemeleteket egyértelműen elválasztó vízzáró réteg. Az alsó-pannon rétegek azonban túlnyomórészt márga, agyagmárga anyagúak, melyek vízzárónak tekinthetők.

Tehát a törmelékes víztároló felső zónája megfelelő részletességgel feltárt, az alsóbb vízemeletek felé való kapcsolatáról viszont meglehetősen hiányos ismeretekkel rendelkezünk. A vízszinttérkép alapján Balaton ÉK-i partján húzódó magaspart mintegy felszín alatti vízválasztó működik, tőle Ny–DNy-ra a Balaton felé, ÉK-re pedig a Séd felé irányul a talajvízáramlás.

A DRASTIC-módszer alkalmazása

Az ismertetett sérülékenységi értékelés elvégzéséhez szükség volt a rendszerben szereplő hét tényező részletes ismeretére, melyeket archív földtani, hidrogeológiai térképek és adatok alapján vezettünk le. Fontos kritérium volt, hogy



2. *ábra.* Felszín alatti vizek tengerszint feletti magassága (Moldvay et al. 1982–85 fúrásadatai és Lorberer 1992 térképe nyomán). 1. vízszint, 2. mezozóos képződmények elterjedési határa, 3. talajvíztároló pannóniai képződmények elterjedési határa, 4. vízfolyások

Fig. 2. The groundwater-level at the investigated area (based on Moldvay et al. 1982–85 and Lorberer 1992). 1. groundwater-level, 2. boundary of the Mesozoic formations, 3. boundary of the Pannonian formations, 4. water-courses

a vizsgált tényezőkről lehetőleg ugyanabban a méretarányban szerkesszünk térképeket, a jóval kisebb léptékű térképek felnagyítása ugyanis meghamisította volna az eredményeket. A DRASTIC-értékelést 1:25 000-es méretarányban kívántuk elvégezni, ezért a vizsgált tényezőkről ebben a léptékben igyekeztünk az alaptérképeket összegyűjteni. Szerencsére a terület elég részletesen térképezett, ezért rendelkezésre állt a 20 000-es és az 50 000-es fedett földtani (BOROS & PAPP 1980; BOROS et al. 1983; CSÁSZÁR et al. 1985; BENCE et al. 1988; BUDAI & KOLOSZÁR 1990) és fedetlen földtani térkép (GYALOG & CSÁSZÁR 1982; BENCE & SZABÓ 1988; DUDKO 1991a), fúráspont-térkép (VÁRHEGYI F.-né 1981) fúrási rétegsorok a nyugalmi talajvízmélységgel (MOLDVAY et al. 1982–85), 25 000-es talaj- (TEÖREÖK 1941a), talajvíz- (KURIMAY 1980; BOROS et al. 1983) és karsztvíztérkép (LORBERER 1992; GONDÁR 1991), melyeket forrásként használtunk az elkészült térképekhez (*1–10. ábra*).

A víztükör mélysége

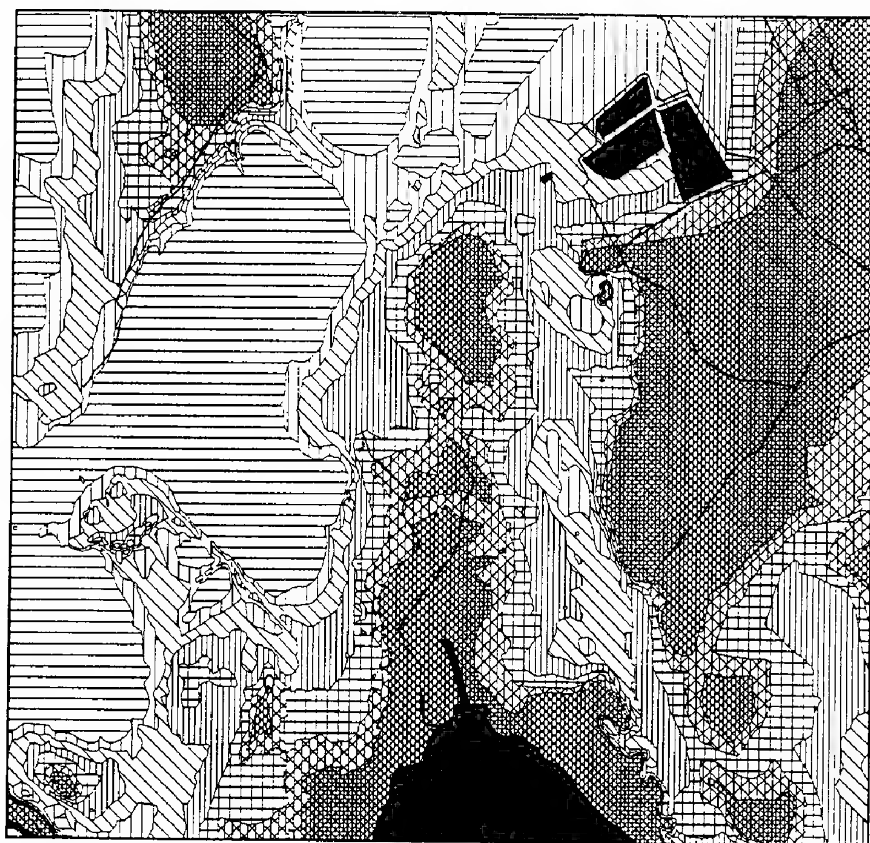
A sérülékenységi megítélés számára az a kedvezőbb, ha a felszín alatti víz mélyen helyezkedik el a felszín alatt. A felszínről származó szennyeződés ugyanis annál később kerülhet be a víztartóba, minél mélyebben található egy területen a felszín alatti víz, hiszen nagyobb vastagságú telítetlen zóna biztosítja a szennyezőanyag kiszűrését.

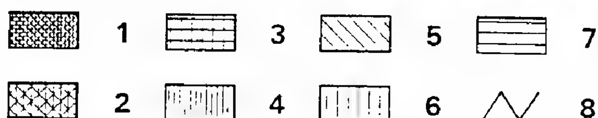
E tényező térképének (*3. ábra*) megszerkesztését nehezítette, hogy a területen elválik egymástól a karsztvíztároló és a törmelékes összlet, melyről külön-külön és eltérő időpontokban ábrázolt vízszint- és vízmélység-térképek álltak rendelkezésre. A sekélyfúrások vízmélység adatait a topográfiai térkép szintvonalai segítségével visszaszámoltuk tengerszint feletti magasságra, majd a WS-ARC/INFO térinformatikai rendszer krigelési opcióival interpoláltuk. Az így előállított talajvízszint-térképet kiegészítettük a VITUKI által szerkesztett karsztvízszint-izovonalakkal (LORBERER 1992), majd a térinformatikai rendszer felületmodellezési opcióival térbeli felületet hoztunk létre a vízszintből és a domborzatból. A két felületet egymásból kivonva vízmélység-izovonalakat kaptunk, melyeket a DRASTIC-módszer intervallumainak megfelelően ábrázoltunk.

Megállapítható, hogy a hegy- és dombvidék alatt mélyebben helyezkedik el a felszín alatti víz, majd fokozatosan csökken a vízmélység a völgyek, sík területek felé, a felszíni vízfolyások közelében pedig általában 1 m-nél kisebb. Mivel a permi homokkőben és alsó-triász márgákban az egybefüggő felszín alatti víz megkérdőjelezhető, ezért ezeken a területeken a vízmélység-térkép is bizonytalanságokat rejt magában.

Utánpótlódás

A felszín alatti vizek utánpótlódása a felszín felől történik a csapadék által, modellünkben az esetleges szennyeződések is a csapadék révén kerülhetnek a felszín alá. Az utánpótlódás mértékét azonban az összes tényező közül talán a





0 500 1000 1500 2000 m

3. ábra. A víztükör felszín alatti mélysége a vizsgált területen (D_W=5). 1. 0–1,5 m (D_R = 10), 2. 1,5–4,5 m (D_R = 9), 3. 4,5–9 m (D_R = 7), 4,9–15 m (D_R = 5), 5. 15–22,5 m (D_R = 3), 6. 22,5–30 m (D_R = 2), 7. >30 m (D_R = 1), 8. vízfolyások

Fig. 3. The depth to the groundwater at the investigated area (D_W = 5). 1. 0–1.5 m (D_R=10), 2. 1.5–4.5 m (D_R=9), 3. 4.5–9 m (D_R=7), 4. 9–15 m (D_R=5), 5. 15–22.5 m (D_R=3), 6. 22.5–30 m (D_R=2), 7. >30 m (D_R=1), 8. water-courses

legnehezebb meghatározni. Számítására a DRASTIC-értékelés szerzői sem adnak egységes meghatározási módszert, javasolják a helyi adottságokat legjobban ismerő szakemberek számításait, hidrogeológiai tanulmányait felhasználni. Magyarországon általánosan az őszi–téli félév csapadékmennyisége táplálja a talajvizeket, a tavaszi–nyári félév erős párolgása felemészti a felszín alá jutó csapadékot. A téli félévben a területre hulló sokévi átlagos csapadékmennyiséget (1951–80) a felszíni evapotranspiráció és a síkvidéki lefolyási tényező (α=0,05–0,15) értékével csökkentettük, majd KOVÁCS (1959), KOVÁCS et al. (1972) beszivárgási egyenletével határoztuk meg az adott vízmélységben a talajvíztükörhöz érkező csapadékutánpótlást. Ezek szerint a beszivárgás mértéke a mélység felé exponenciálisan csökken, a párolgás mértékének megfelelően egy állandó értékhez közelít. A számítások szerint a talajvízhez lejutó csapadékmennyiség a vízmélységtől függően 25–130 mm/év között változik.

A területen található karsztvíztartóba jutó évi beszivárgást az egyes karbonátkőzetek töredezettségének megfelelő szorzótényezővel csökkentett Maucha-féle beszivárgási százalékkal becsültük (MAUCHA 1980, 1990; GONDÁR 1986). A számítás szerint a karsztvíztartóba jutó beszivárgás a kőzetektől függően kb. 50–190 mm/év között adható meg.

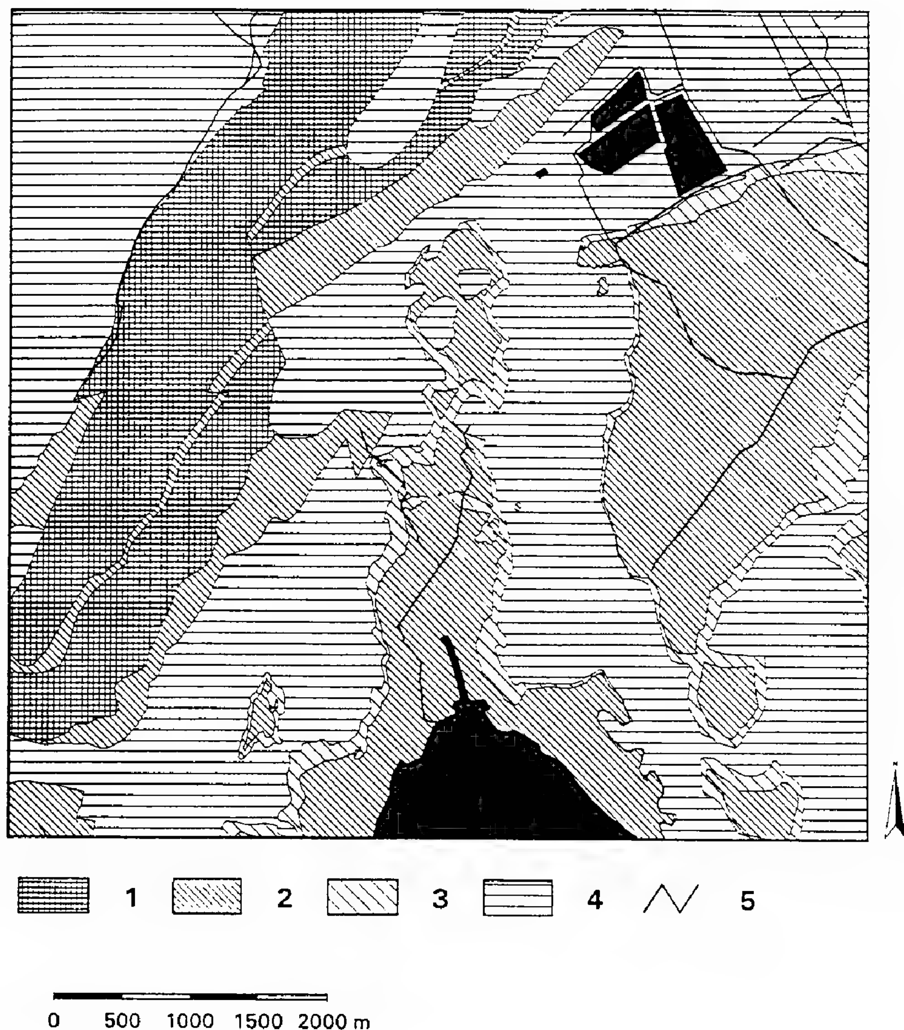
A DRASTIC-módszer szerint a beszivárgásra megadott maximum-érték (250 mm/év) a vizsgált területen a legjobban vízvezető karsztos kőzeteknél sem jellemző (*4. ábra*), mely a kisebb évi csapadéknak és magas párolgásnak tulajdonítható.

A víztartó anyaga

Ha a szennyeződés a talaj és a telítetlen zóna tisztító hatásainak ellenére bejut a felszín alatti vízbe, a víztartó minősége szerint számíthatunk további mozgására. E szempontból a finomszemcsés, jó adszorpciós képességekkel rendelkező víztartót ítéljük kedvezőbbnek. E tényező számszerű becslése elég nehéz és szubjektív. A módszertani leírás ebben az esetben intervallumértéket ad meg az egyes kőzettípusokra, egy-egy típusos értékkel kiegészítve. A felhasználó ezután saját megítélése szerint becsülhet, ami bizonytalanná teszi a rendszert, a különböző területek sérülékenységének összehasonlítása nem lehet egységes az egyéni szubjektivitás miatt. Ellenkező esetben viszont túlzottan kategorikus lenne, az értékelők nem értenének egyet egy-egy víztartó típus konkrét számértékével. ROSEN (1994) szerint a tág határok miatt a porózus és hasadékos (nem karsztos) víztartó nem különül el eléggé, a rendszer hajlamos emiatt a hasadékos víztartók sérülékenységét alulbecsülni. Talán egyértelműbbé tette volna az értékelést egy részletesebb kőzettípus-osztályozás, szűkebb intervallumokkal.

A balatonfűzfői területen a víztartó kőzetek meghatározása a digitalizált fedett és fedetlen földtani térképek, preszenon aljzat térkép és a vízmélység összevetésével történt. Az egyes formációkat kőzettípus szerint soroltuk be a 10 fokú skálába, magasabb értékkel jelöltük a karsztos dolomitokat, mészköveket és durvatörmelékes üledékeket, legkevesebb pontot pedig az ópaleozóos

konszolidált kőzetek, alsó-triász márgák kaptak (5. *ábra*). A szélső értékek közötti kategóriákba a fiatal törmelékes üledékeket soroltuk, egymáshoz képest relatív viszonyítási sorrendben. Olyan területen, ahol a víztartóhoz több kép-



4. ábra. A felszín alatti vizek utánpótlódásának becsült mennyisége a vizsgált területen (R_W=4). 1. 175–250 mm/év (R_R=8), 2. 100–175 mm/év (R_R=6), 3. 50–100 mm/év (R_R=3), 4. 0–50 mm/év (R_R=1), 5. vízfolyások

Fig. 4. The estimation of recharge to the groundwater at the investigated area (R_W = 4). 1. 175–250 mm/year (R_R = 8), 2. 100–175 mm/year (R_R = 6), 3. 50–100 mm/year (R_R = 3), 4. 0–50 mm/year (R_R = 1), 5. water-courses

ződmény is tartozott, megpróbáltuk a víztartó anyagát a különböző kőzetek aránya szerint értékelni.

A talaj anyaga

Az esetleges szennyeződés függőleges migrációja során először a talajjal érintkezik, ezen keresztül vándorolhat a telítetlen zóna felé. A szennyeződések visszatartásában a finomszemcsés anyag, főleg az agyag, iszap és vályog játszik szerepet mechanikai szűrés, adszorpció és ioncsere folyamatok révén a talaj agyagásvány-tartalmának függvényében. A szorpciós és biodegradációs folyamatokat a talaj humusztartalma is elősegíti.

E tényező DRASTIC-osztályozása a talajok fizikai félesége szerint történik. Talán figyelembe lehetett volna venni a felületi adszorpció szempontjából az agyag- és humusztartalmat, valamint a vastagságot is, bár utóbbira van utalás annyiban, hogy 25 cm-nél vékonyabb talaj esetén már hiányzónak kell tekinteni.

A területről a kívánt méretarányban a Kreybig-féle térképezésből találtunk talajtérképet (TEÖREÖK 1941a), mely tartalmazta a talajok fizikai féleségére vonatkozó adatokat. Változatosságban viszont nem töltötte ki a DRASTIC-értékelés teljes skáláját, hiszen a területen főleg vályog, agyagos vályog és agyag talajok találhatók, a földtani adottságokból adódó vékony, durvatörmelékes változatokkal (*6. ábra*).

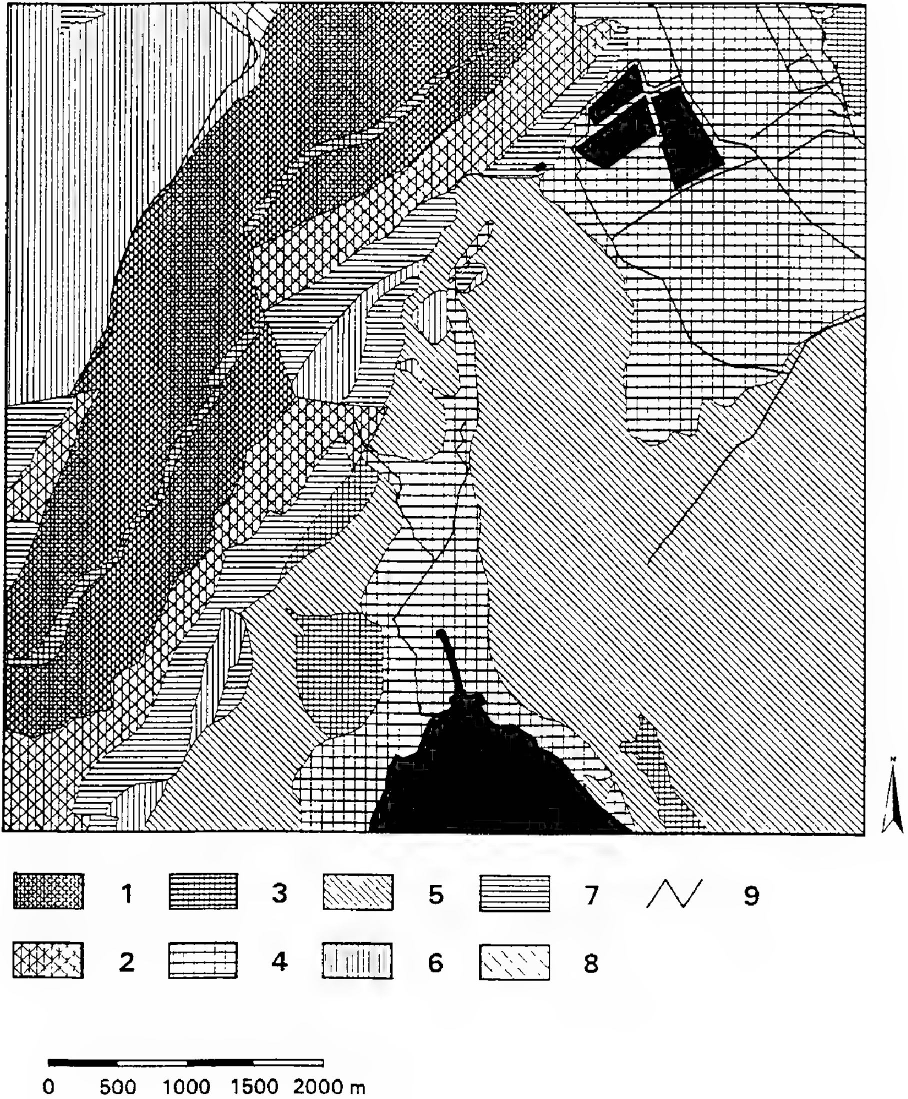
Lejtésviszonyok

A DRASTIC-módszer a felszín meredekségét lejtő%-ban kifejezett értékekhez köti, miszerint a szennyeződés felszín alá kerülésének annál nagyobb az esélye, minél laposabb a felszín és kisebb a lefolyás mértéke. ROSEN (1994) svédországi hasadékos víztartók esetében ezt az összefüggést éppen fordítottnak találta, mivel meredek térszín esetén a talaj kifejlődésének korlátai miatt nagyobb a szennyezőanyag felszín alá jutásának lehetősége.

Az értékelés elvégzéséhez elő kellett állítanunk a terület lejtőkategória-térképét, melyet a 10 000-es méretarányú topográfiai térkép digitalizált szintvonalaiból vezettünk le az ARC/INFO-rendszer TIN-modulja segítségével. A szintvonalakból egy háromszöghálózatból álló perspektívikus felületet állítottunk elő, melyben minden egyes háromszögnek ismert a koordinátája, lejtésiránya, és meredeksége (%-ban). A háromszögeket a DRASTIC-módszerben megadott lejtő%-értékek szerint csoportosítottuk, majd feloldottuk a felesleges határokat (*7. ábra*). A terület keleti része egyértelműen síkvidéki terület, míg a nyugati részen változatos domborzati adottságok miatt tarka képet kaptunk.

A telítetlen zóna anyaga

A talajon átjutott szennyezőanyag telített zónáig tartó függőleges migrációját határozza meg ez a tényező. A víztartó védelme szempontjából kiemelt szerepét a DRASTIC-módszerben kapott 5-ös súlya is mutatja. Az értékelés egyébként



5. ábra. A víztartó anyaga a vizsgált területen (A_W=3). 1. pados mészkő, dolomit (A_R=10), 2. lemezes mészkő, dolomit (A_R=9), 3. konglomerátum, kavics, homok, tufás mészkő (A_R=8), 4. alluvium, tavi mésziszap, tőzeg (A_R=7), 5. lejtőtörmelék, finomhomok, lösz, aleurit (A_R=6), 6. homokkő (A_R=5), 7. márga, mészmárga (A_R=4), 8. metabazalt (A_R=3), 9. vízfolyások

Fig. 5. The aquifer media at the investigated area (A_W = 3). 1. thick-bedded limestone, dolomite (A_R = 10), 2. laminated limestone, dolomite (A_R = 9), 3. conglomerate, gravel, sand limestone with tuff (A_R = 8), 4. alluvium, calcareous silt (A_R = 7), 5. kolluvium, fine-sand, loess, silt (A_R = 6), 6. sandstone (A_R = 5), 7. marl, calcareous marl (A_R = 4), 8. metabasalt (A_R = 3), 9. water-courses

nagyon hasonlít a víztartónál alkalmazotthoz, szintén tág határokkal és típusos pontértékekkel. Itt sem találjuk meg a kőzettípusok teljes skáláját, főleg az átmeneti típusok (pl. márga) hiányoznak.

A vizsgált területen ugyanazt az osztályozást alkalmaztuk mint a víztartó esetében (*8. ábra*). Itt elsősorban a fedett földtani térkép adataiból indultunk ki, a kőzettípusok vastagsági viszonyainak és felszín alatti víz elhelyezkedésének figyelembevételével. Nagy mélységű felszín alatti víz esetén a fedetlen földtani térképet is használtuk. Ha a telítetlen zónában több kőzettípus is előfordult, a részvétel arányában becsültük ezt a tényezőt.

A víztartó vízvezetőképessége

A vízvezetőképesség határozza meg a víz mozgását a víztartóban, az áramlási irányok ismeretében becslést adhatunk a vízoldható szennyező mozgására. A módszertani leírás e tényezőt a vizsgált területen található kutak szivattyúzási tesztjei alapján javasolja meghatározni. Ez azt jelenti, hogy a víztartóra tulajdonképpen kettős értékelést kapunk azonos súllyal figyelembevéve, s ezáltal a korábban anyaga alapján értékelt víztartót kiegészítik a kutakban mért valódi szivárgási tényező értékek. Ezek el is térhetnek az irodalmi tapasztalatok alapján becsült adatoktól. Ugyanakkor így a víztartóban a legjobban vízvezető, szűrőzött rétegekről kapunk információt, a víztartó vízadóképességét határozhatjuk meg. Összehasonlítva a víztartó anyagára vonatkozó értékeléssel, itt szigorúbb határokat vontak a szerzők, hiszen már a finomhomoknak megfelelő k-értékek is csak a minimális pontszámot érik el.

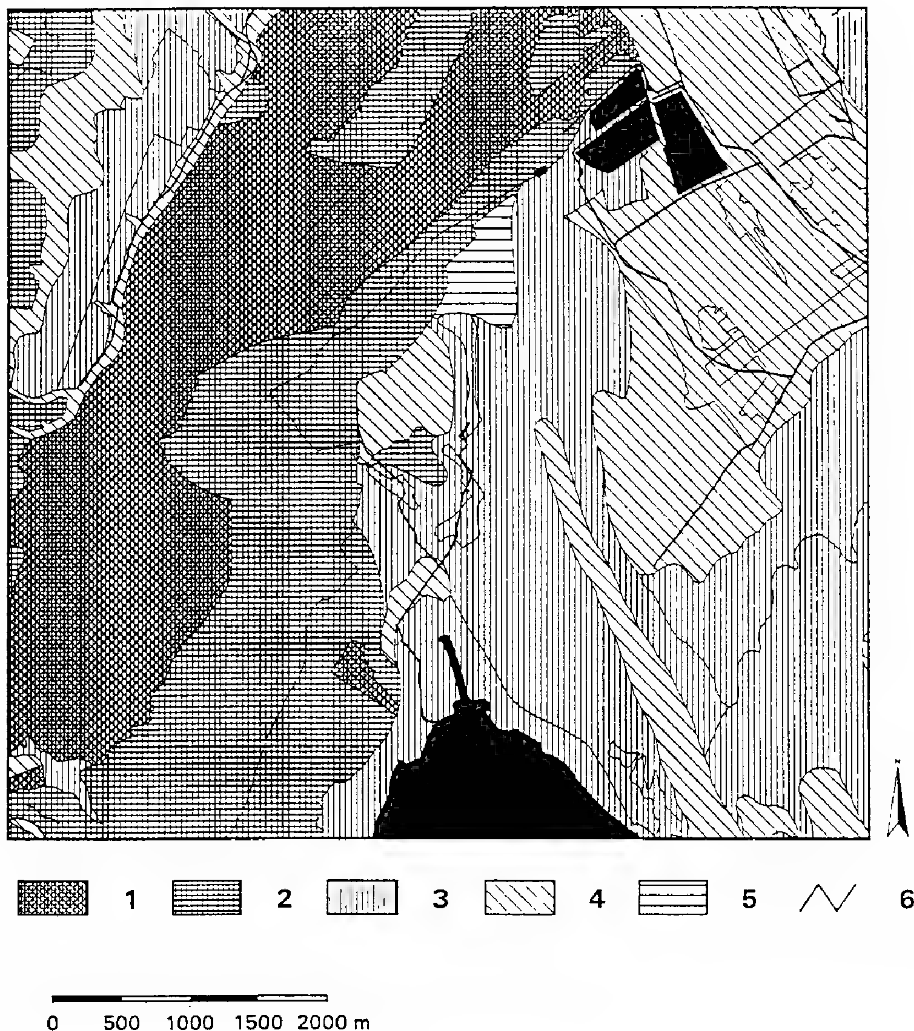
Sajnos mintaterületünkön nem álltak rendelkezésre szivattyúzási tesztek. A korábban létesített sekélyfúrások mintáira történt k-tényező meghatározás, melynek alapján a porózus víztartó 10^{-5}–10^{-6} m/s érték finomhomok és 10^{-7} m/s-os kőzetliszt váltakozásából áll, tehát a talajvíztartó legjobban vízvezető rétege is a legkedvezőbb kategóriába tartozik ebben az értékelésben. A vízfolyások negyedkori törmelékkúpjai, kavics- és homokösszletei jobb vízvezetőképességűek (10^{-3}–10^{-4} m/s), de csak a víztartó felső 1–2 m-ében befolyásoló hatásúak, ezért e területek egy fokozattal magasabb pontértéket kaptak. A legjobban vízvezető kőzetek kétségtelenül a triász karsztos mészkövek és dolomitok, melyek túlnyomórészt meghaladják a 10^{-3} m/s-os értéket (BÖCKER & LORBERER 1986). A paleozóos képződményekre és az alsó-triász márgákra adat nem állt rendelkezésre, de az értékelésben megadott tág határok miatt feltehetőleg nem haladja meg a legkedvezőbb kategória értékeit.

A levezetett térkép (*9. ábra*) az 5. ábrával összehasonlítva nem eredményezett új területet, viszont eltérő megítélés alá vette a víztartót.

A DRASTIC-index meghatározása

Az alaptérképekről digitalizált és tényezőnként létrehozott térinformatikai fedvényeket kellett ezután egymásra vetíteni és a megadott súlyozás és pontozás szerint meghatározni a DRASTIC-indexet.

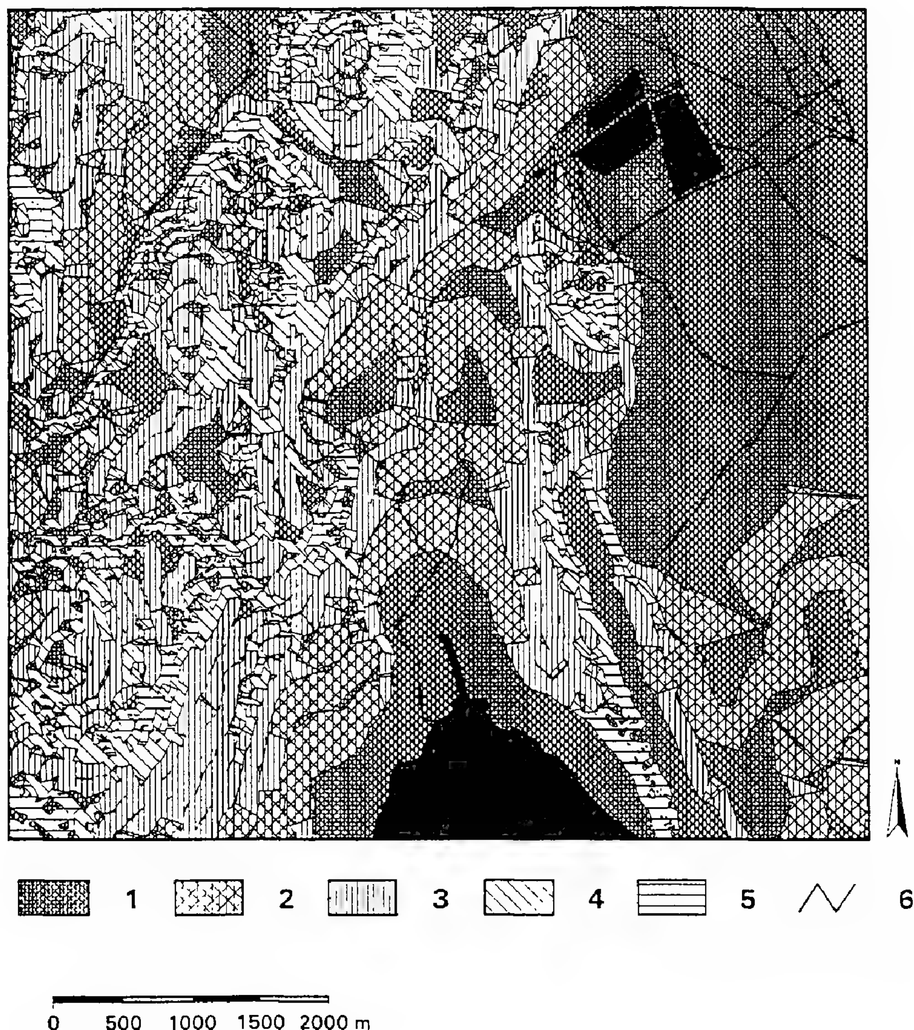
A digitálisan előállított térképek minden foltjának pontértékeit térinformatikai adatbázisba vettük fel, majd az adatbázis egy újabb oszlopába az adott súllyal beszorzott számértékeket is feltüntettük. A térinformatikai rendszer átlapolási műveleteivel a hét tényező térképét rétegenként egymásra vetítettük,



6. *ábra.* A talaj anyaga a vizsgált területen (S_W=2). 1. vékony vagy hiányzik (S_R=10), 2. durvatörmelékes vályog (S_R=8), 3. vályog (S_R=5), 4. agyagos vályog (S_R=3), 5. agyag (S_R=1), 6. vízfolyások

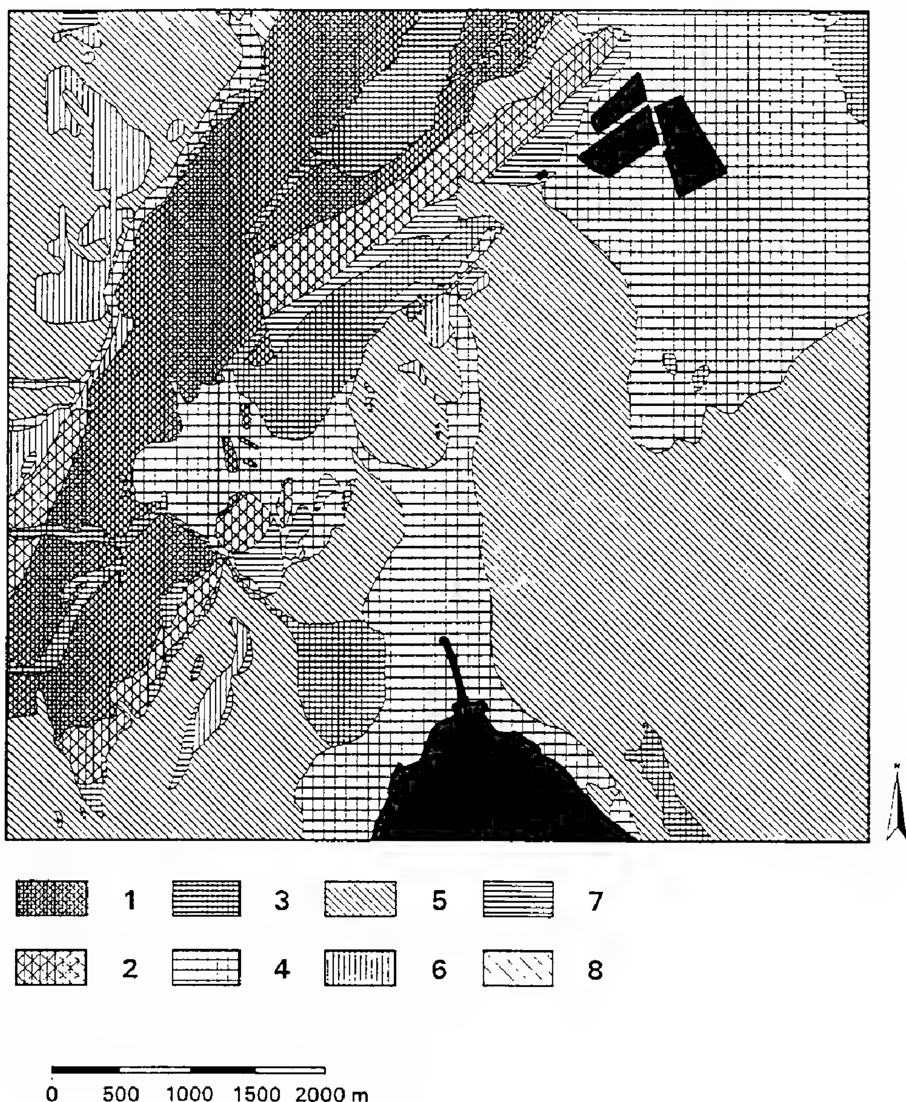
Fig. 6. The soil media at the investigated area (S_W = 2). 1. thin or absent (S_R = 10), 2. coarse-grained loam (S_R = 5), 4. clayey loam (S_R = 3), 5. clay (S_R = 1), 6. water-courses

mégpedig úgy, hogy az összesítő térkép fedvényének adatbázisában a vizsgált tényezők pontértékei és súlyozott pontértékei is szerepeltek. Ezután minden területelemre kiszámoltuk a DRASTIC-indexet, csoportosítottuk a nyolc sérülékenységi fokozatnak megfelelően és feloldottuk a felesleges határokat.



7. ábra. Lejtésviszonyok a vizsgált területen (T_W=1). 1. 0–2% (T_R=10), 2. 2–6% (T_R=9), 3. 6–12% (T_R=5), 4. 12–18% (T_R=3), 5. 18% (T_R=1), 6. vízfolyások

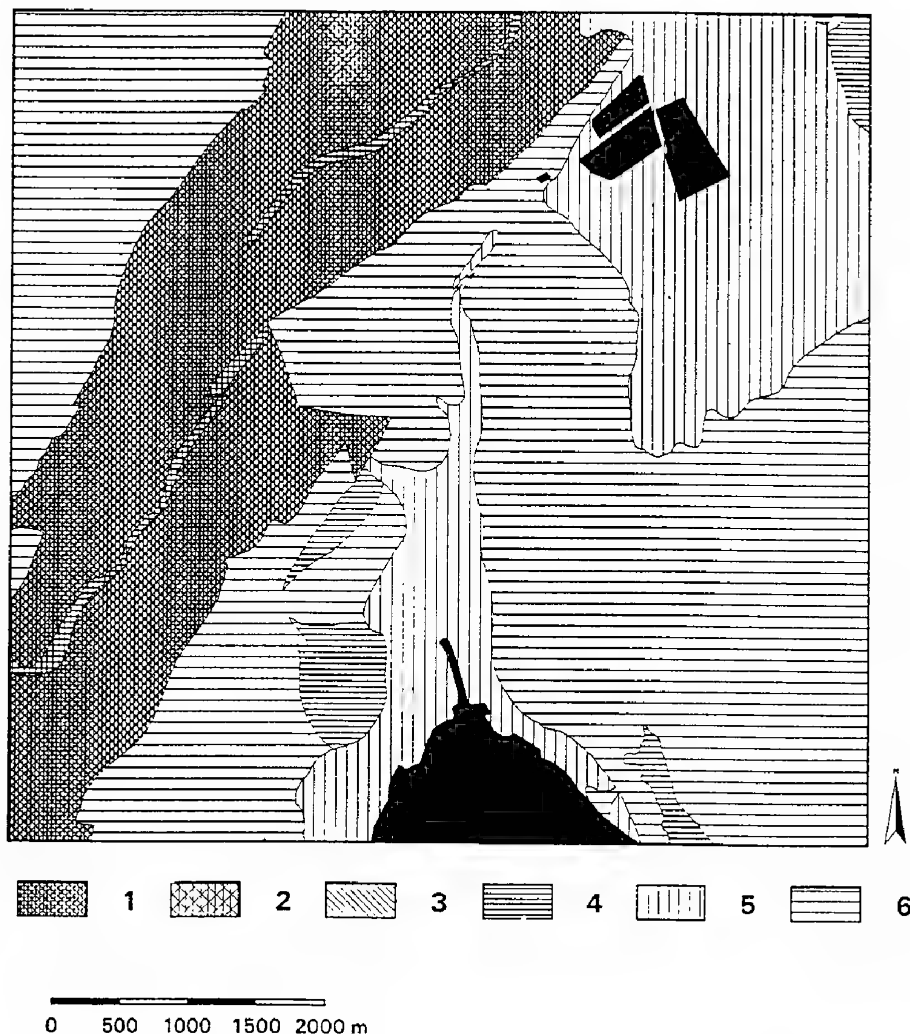
Fig. 7. The topography of the investigated area (T_W = 1). 1. 0–2% (T_R = 10), 2. 2–6% (T_R = 9), 3. 6–12% (T_R = 5), 4. 12–18% (T_R = 3), 5. >18% (T_R = 1), 6. water-courses



8. ábra. A telítetlen zóna anyaga a vizsgált területen (I_W=5). 1. pados mészkő, dolomit (I_R=10), 2. lemezes mészkő, dolomit (I_R=9), 3. konglomerátum, kavics, homok, tufás mészkő (I_R=8), 4. alluvium, tavi mésziszap, tőzeg (I_R=7), 5. lejtőtörmelék, finomhomok, lösz, aleurit (I_R=6), 6. homokkő (I_R=5), 7. márga, mészmárga (I_R=4), 8. metabazalt (I_R=3)

Fig. 8. The vadose zone media at the investigated area (I_W = 5). 1. thick-bedded limestone, dolomite (I_R = 10), 2. laminated limestone, dolomite (I_R = 9), 3. conglomerate, gravel, sand, limestone with tuff (I_R = 8), 4. alluvium, calcareous silt (I_R = 7), 5. kolluvoium, fine-sand, loess, silt (I_R = 6), 6. sandstone (I_R = 5), 7. marl, calcareous marl (I_R = 4), 8. metabasalt (I_R = 3)

A vizsgált területre szerkesztett DRASTIC-index térképen (*10. ábra*) minden sérülékenységi fokozat képviseltette magát, igaz a legsérülékenyebb terület elég kis foltban jelentkezett. Ennek oka, hogy a jó vízvezető, nyílt karsztos vonulat kiemelt helyzetben található, ezért nagy vastagságú telítetlen zónával rendel-



9. ábra. A víztartó vízvezetőképessége a vizsgált területen (C_W=3). 1. :10^{-3} m/s (C_R=10), 2. 5x10^{-4}–10^{-3} m/s (C_R=8), 3. 3,5x10^{-4}–5x10^{-4} m/s (C_R=6), 4. 1,5x10^{-4}–3.5x10^{-4} m/s (C_R=4), 5. 5x10^{-5}–1,5x10^{-4} m/s (C_R=2), 6. 5x10^{-7}–5x10^{-5} m/s (C_R=1)

Fig. 9. The hydraulic conductivity of the aquifer (C_W=3). 1. :10^{-3} m/s (C_R=10), 2. 5x10^{-4}–10^{-3} m/s (C_R=8), 3. 3.5x10^{-4}–5x10^{-4} m/s (C_R=6), 4. 1.5x10^{-4}–3.5x10^{-4} m/s (C_R=4), 5. 5x10^{-5}–1.5x10^{-4} m/s (C_R=2), 6. 5x10^{-7}–5x10^{-5} m/s (C_R=1)

kezik, ami legnagyobb súllyal szerepelt az értékelésben. Ugyanakkor a karsztos leszálló övnek a nagy vízmélység ellenére sem lehet akkora szennyezésvisszatartó hatása a kiterjedt repedéshálózat következtében, mint a porózus talajvíztartó telítetlen zónájának. A talajvíztároló területén elsősorban a vízmélység szabta meg a határokat; a magasabb vízállású területeken, főleg a vízfolyások közelében rajzolódtak ki sérülékenyebb foltok. A talajvíztartó sérülékenysége azonban a víztartó és telítetlen zóna anyaga, valamint gyengébb vízvezetőképessége miatt legalább egy fokozattal kedvezőbb a karszténál. A kevésbé sérülékeny területek közé a gyengébb vízvezetőképességű, kiemelt helyzetű részek tartoznak a vizsgált terület ÉNy-i, középső és DK-i részein.

Az eredmények értékelése, következtetések

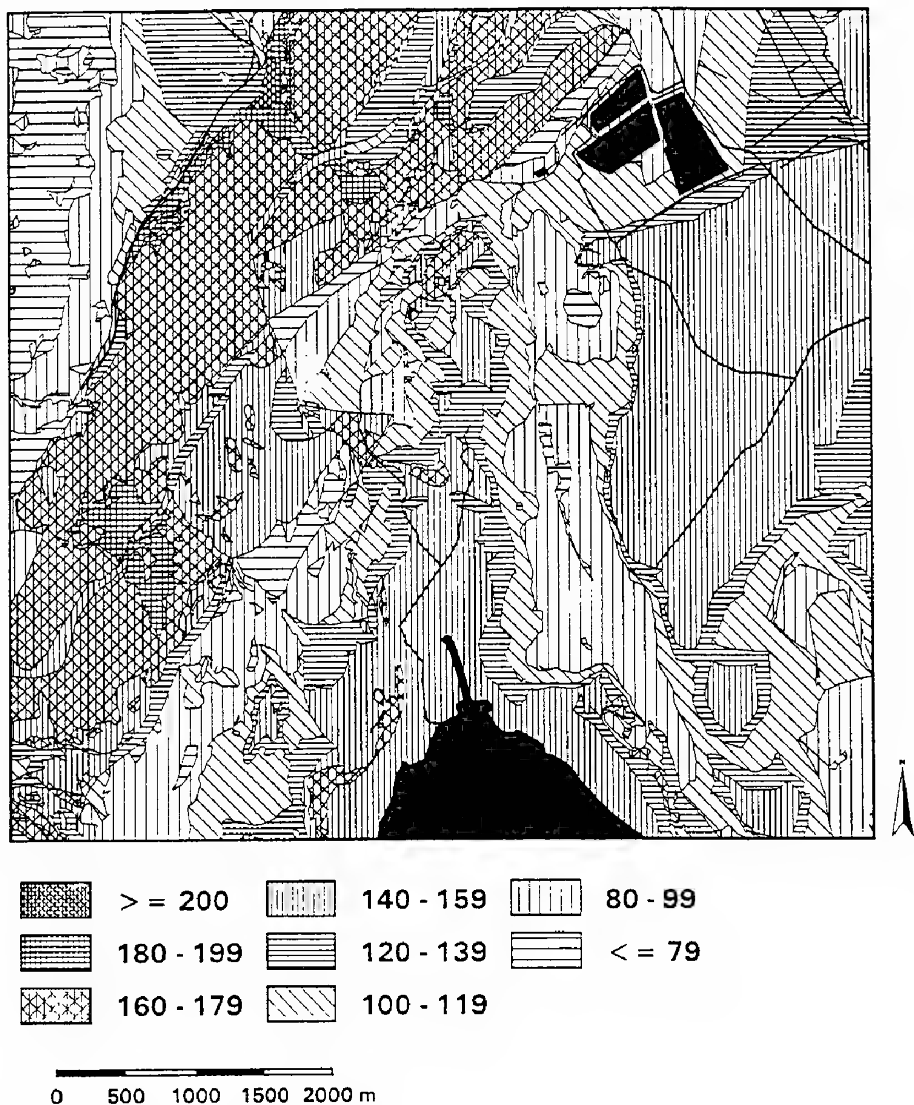
A víztartók sérülékenységi értékelését célzó vizsgálatok világszerte szorgalmazottak, de egységes és nemzetközileg elfogadott értékelő rendszert ezidáig nem sikerült kialakítani. A DRASTIC-módszert (ALLER et al. 1987) eredetileg egy szabványos rendszernek szánták alkotói, az USA legtöbb államában, Ausztráliában, Afrikában, Európában ki is próbálták; taglalták előnyeit, figyelmeztettek hátrányaira. Ha nem is vált standard rendszerré, talán a világ legismertebb, leginkább alkalmazott sérülékenységi értékelésének tekinthető.

Nagy előnye, hogy eredménye laikusok számára is sokatmondó, segíti a területhasználati alkalmasságot követelő döntéshozatalt. Sok tényezőt vizsgál, ezáltal statisztikailag javítja a hibás ítéletek elkerülését. Ha megfelelő földtani adatbázisháttér van, azaz a bemutatott hét tényező alaptérképe a földtani szolgálatoknál, kutatóintézeteknél rendelkezésre áll, akkor a végeredmény levezethető a megadott receptúra alapján kézi vagy GIS-technikai módszerekkel. A térinformatikai elemzés számára tehát megfelelő adatháttér esetén konkrét alkalmazhatóságot biztosít. Más a helyzet azonban, ha a tényezők nagyobb részét földtani, vízföldtani, talajtani alaptérképek alapján kell becsülni, ezáltal az értékelést a becslést végző személy szubjektív megítélése erősen befolyásolja. A vizsgált tényezők közül több (pl. utánpótlódás, lejtésviszonyok) nem rutinszerűen térképezett Magyarországon, ezért a módszer szabványszerű átvétele nem javasolható. A sérülékenységi szakirodalomban egyébként sok vita van arról, milyen tényezőket és mekkora súllyal kell figyelembe venni, de legtöbbször az adott területen rendelkezésre álló adatok határozzák meg az értékelésbe vett tényezőket.

A módszer szerzői nem indokolták, miért a javasolt súlyokat alkalmazzák, az egyes tényezők között a szennyeződés-visszatartó mennyiségi kapcsolat ugyanis tisztázatlan. A súlyozás érvényességét a későbbiekben adszorpciós kísérletekkel, szennyeződés–terjedési modellezéssel kell alátámasztani.

Balatonfűzfő térségének sérülékenységi értékelése esetében két egymásba kapcsolódó víztartó rendszeren teszteltük a DRASTIC-módszert. Az előre várható eredményt – miszerint a nyílt karsztos víztartó eleve sérülékenyebb a porózus talajvíztartónál – megkaptuk, de talán a várthoz képest nem olyan lát-

ványosan. Ennek oka, hogy a nyílt karsztos területen mélyebben helyezkedik el a víztükör, s e tényező a legnagyobb súllyal szerepel az értékelésben. A karsztos víztartónál azonban a leszivárgási zóna az összefüggő repedéshálózat miatt a porózus víztartóval szemben csekély szennyeződés-visszatartó hatású, ezért



10. ábra. Balatonfűzfő térségének DRASTIC-index térképe. A nagyobb pontértékek a magasabb sérülékenységi fokozatot jelzik

Fig. 10. The DRASTIC-index map of Balatonfűzfő. The greater values mean the higher vulnerability

a vízmélység nagy súlya nem indokolt ebben az esetben. Az eredmények tehát azt mutatják, hogy a rendszer kissé alábecsülte a karsztos víztartó sérülékenységét a porózus víztartóhoz képest.

Ugyancsak túlzó súlyozást érzünk a beszivárgás, utánpótlódás megítélésében, hiszen meghatározása szerzőnként és országonként eltérő és vitatott, s e bizonytalan tényezőt a módszer 4-es súllyal szorozza.

A víztartó és a telítetlen zóna anyaga esetén megpróbáltuk a földtani leírások alapján sorrendbe állítani az egyes kőzeteket, ezáltal is különbséget tenni a karsztos és talajvíztároló között, bár megadott értékek tág határai akár azonos megítélést is megengedtek. Érdemes lenne e tekintetben finomítani a módszert több kőzettípus vizsgálatával, összetétel, szemcseeloszlás, töredezettség szerint, szűkebb értékintervallumokkal.

Talán a talaj szempontjából volt legkönnyebben adaptálható a módszer, hiszen a fizikai féleség a magyar talajtérképekről, jegyzőkönyvekből könnyen kiolvasható. A fizikai féleség mellett azonban fontos lehet az agyagásvány-tartalom és összetétel, a humusztartalom és a talajvastagság is a szennyeződések visszatartásában.

A lejtésviszonyokra megadott lejtő%-intervallumokat a topográfiai térkép szintvonalaiból a térinformatikai rendszer felületmodellezési moduljával vezettük le. Maradtunk az eredeti osztályozásnál, annak ellenére, hogy svédországi területen hasadékos víztartó esetén éppen fordított összefüggést találtak a meredekség és a szennyeződések bemosódási lehetősége között.

A vízvezetőképesség értékelését nem sikerült kútadatokkal alátámasztani, elsősorban fúrásmintákból meghatározott k-értékekkel dolgoztunk. Kérdéses, hogy indokolt-e egyáltalán a víztartó anyagát és vízvezetőképességét különválasztani. A szivárgási tényező egyébként is csak az effektív porozitással együtt jellemzi megfelelően a szennyeződések terjedését.

Mindent összevetve, az értékelés sikeresnek mondható, nem tér el a várt eredménytől, a felismert hiányosságok pedig előreviszik a sérülékenységi vizsgálatokat. A DRASTIC-módszerben vizsgált tényezők alkalmasak a sérülékenység megítélésére, de érdemes lenne még néhány szemponttal kiegészíteni az értékelést (pl. kőzet és talaj valódi szorpciós kapacitása, az egyes szennyezők, szennyezőcsoportok valódi mozgásai, hígulási folyamatok). A súlyozás érvényességét laboratóriumi vizsgálatokkal kellene igazolni. Az archív alaptérképek pontosságát modern helymeghatározó eszközökkel (GPS) kell felülvizsgálni. További vizsgálatra szorul a víztartó rendszerek áramlási viszonyainak, beszivárgási és feláramlási övezeteinek lehatárolása és a sérülékenységben való szerepének tisztázása.

E kiegészítések után már egy részletesebb sérülékenységi modell állna rendelkezésünkre, melynek eredményét további feladatként össze kell hasonlítani valódi szennyezőforrások hatásaival, szennyezőanyagok előfordulási gyakoriságával, koncentrációival. Ezáltal a sérülékenységi vizsgálatok "overlay and index" módszere felhasználást nyerhetne a magyarországi ivóvízbázisok biztonságba helyezésének folyamatában.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom mindazoknak, akik a dolgozat elkészítésében segítséget nyújtottak.

MÁDLNÉ SZŐNYI Judit (ELTE Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék) a sérülékenységi szakirodalmat bocsátotta rendelkezésemre és a sérülékenységi módszertan elsajátítását tette lehetővé. RÉDEY Ákos, MAGYAR Imre (Veszprémi Egyetem Környezetmérnöki és Kémiai Technológiai Tanszék) a térinformatikai megvalósításban adott szakmai tanácsokat. BUDAI Tamás, DUDKO Antonyina, SCHAREK Péter, SZEILER Rita, TÓTH György (MÁFI), LORBERER Árpád (VITUKI) és GONDÁR Károly a munkához alaptérképeket, fontos információkat és adatokat bocsátottak rendelkezésemre. Segítségüket ezúton köszönöm.

Külön köszönet illeti az OTKA F-016355 számú programjának az ELTE Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszéke révén nyújtott támogatását.

Irodalom – References

ALLER, L., BENNETT, T., LEHR, J. H., PETTY, R. J. 1987: DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings. – US Environmental Protection Agency Report EPA/600/2-87-035, Ada, Oklahoma. 622 p.

ARC/INFO Command References 1990: Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, CA USA. 852 p.

ARC/INFO User's Guide 1991: Surface Modeling with TIN. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, CA USA. 125 p.

ATKINSON, F. A., THOMLINSON, J. R. 1994: An examination of ground water pollution potential through GIS modeling. – International Proceedings of American Congress on Surveying and Mapping and American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. 8 p.

BALLA, Z., DUDKO, A., FODOR, L. 1993: Guide to pre-workshop excursion in the Transdanubian Range. – Alcapa Workshop, Sümeg, june 2–4, 1993, MÁFI, Budapest. 1–28.

BARBER, C., BATES, L. E., ALLISON H. 1994: Evaluation of DRASTIC – A regional vulnerability assessment procedure. – Groündwater-Drought, Pollution & Management, Balkema, Rotterdam. 119-127.

BENCE G., MUNTYÁN CS., SZABÓ I. 1987: Magyarázó a Bakony-hegység 20 000-es földtani térképsorozatához. Öskü. – MÁFI, Budapest. 1–74.

BENCE G., MUNTYÁN CS., SZABÓ I. 1988: A Bakony hegység földtani térképe 20 000-es sorozat, Öskü. Észlelési térkép. – MÁFI, Budapest.

BENCE G., SZABÓ I. 1988: A Bakony hegység földtani térképe 20 000-es sorozat, Öskü. Fedetlen földtani térkép. – MÁFI, Budapest.

BENCE G. et al. 1990: A Bakony hegység földtani képződményei. Geology of Bakony Mountains (Hungary). Magyarázó a Bakony hegység fedetlen földtani térképéhez M=1: 50 000. – MÁFI Kiadvány, Budapest. 1–119.

BOROS J., PAPP P. 1980: A Balaton környékének építésföldtani térképsorozata I. Földtani térkép. 1:20 000. – MÁFI, Budapest.

BOROS J., KURIMAY Á., CSILLAG G., CSERNY T. 1983: A Balaton környékének építésföldtani térképsorozata. 1: 50 000. – MÁFI, Budapest.

BÖCKER T., LORBERER Á. 1986: A Dunántúli-középhegység főkarsztvíztároló képződményeinek vízvezetőképessége és a tároló felszínének hőmérséklete. M = 1:1 000 000 – VITUKI Kiadvány.

BUDAI T., KOLOSZÁR L. 1990: A Balaton-felvidék földtani térképe (1: 50 000 méretarányú fedett változat). – Kézirat. MÁFI, Budapest.

Carter, A. D., Palmer, R. C., Monkhouse, R. A. 1987: Mapping the vulnerability of groundwater to pollution from agricultural practice, particularly with respect to nitrate. – Proceedings of the Conference on Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants (VSGP), Noordwijk aan Zee. The Netherlands. 333–342.

Cooper, B. 1996: Groundwater vulnerability in Indiana. – Agricultural & Biological Engineering, Purdue University, West Lafayette, Indiana. 2 p.

Császár G., Csereklei E., Gyalog L. (1985): A Bakony-hegység fedett földtani térképe. 1: 50 000. – MÁFI, Budapest.

Dudko A. (1991a): A Balaton-felvidék földtani térképe (1: 50 000 méretarányú fedett változat). – Kézirat. MÁFI, Budapest.

Dudko A. (1991b): A Balaton-felvidék preszenon aljzat térképe. 1: 100 000. – Kézirat. MÁFI, Budapest.

Dudko A. (1991c): A Balaton-felvidék szerkezeti elemei. Kirándulásvezető. – Kézirat. MÁFI, Budapest. 1–61.

Evans, B.M., Myers, W. L. 1990: A GIS-based approach to evaluating regional groundwater pollution potential with DRASTIC. – *Jour. of Soil and Water Conservation* **45/2.** 242–245.

Foster, S.S.D., Skinner, A.C. 1995: Groundwater protection: the science and practice of land surface zoning, Groundwater Quality: Remediation and Protection. – Proceedings of the Prague Conference, May 1995 IAHS Publ. no. 225., 471–482.

Fule L. 1996: A földrajzi információs rendszerek (GIS) alkalmazási példái a földtudományok területén. – *Földtani Közlöny* **126/2–3.** 287–312.

Garrett, P., Williams, J. S., Rossoll, C. F., Tolman, A. L. 1989: Are ground water vulnerability classification systems workable? – Proceedings of the FOCUS Conference on Eastern Regional Ground-Water Issues, Kitchener, Ontario, Canada. National Ground Water Association, Columbus, Oklahoma, 329–343.

Gondár K. 1986: A Balaton-felvidék keleti részének karsztvízföldtani vizsgálata. – Diplomadolgozat. ELTE Alkalmazott és Műszaki Földtani Tanszék, Budapest. 1–112.

Gondár K. 1991: Karsztvíz- és talajvízszintek Balatonfűzfő-Hajmáskér-Berhida térségében. 1:25 000. – Kézirat, MÁFI, Budapest.

Gyalog L., Császár G. 1982: A Bakony-hegység fedetlen földtani térképe. 1: 50 000. – MÁFI, Budapest.

Hoshal, J., Johnson, R., Porcher ,E. 1991: Ground water contamination susceptibility in Minnesota. – ARC/INFO maps 1991, Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, California USA, 3-4.

Hoyer, B. E. 1991: Groundwater vulnerability map of Iowa. – Iowa geology, **16:** 13–15.

Kalinski, R. J., Kelly W. E., Bogardi, I., Ehrman, R. L., Yamamoto, P.D., 1994: Correlation between DRASTIC vulnerabilities and incidents of VOC contamination of municipal wells in Nebraska. – Ground Water, Vol. **32.**, No. **1.** 31–34.

Kovács Gy. 1959: Talajvízáramlás hozamának meghatározása vízháztartási vizsgálatok alapján. – *Vízügyi Közlemények* **1959/3.** Műszaki Könyvkiadó, Budapest. 332-354.

Kovács Gy., Erdélyi M., Korim K., Major P. 1972: A felszín alatti vizek hidrológiája és hidrogeológiája. – Kézikönyv, Nemzetközi Hidrológiai Továbbképző Tanfolyam, VITUKI, Budapest. 1–183.

Kurimay Á. 1980: A Balaton környékének építésföldtani térképsorozata I. A talaj- és rétegvizek helyzete a felszín alatt. 1: 20 000. – MÁFI, Budapest.

Lorberer Á. 1992: Balatonfűzfő környékének hidrogeológiai térképe II. 1990. I. 1-i karsztvízszintek. M = 1: 25 000. – VITUKI, Budapest.

Lynch, S.D., Reynders, A.G., Schulze, R.E. 1993: Preparing input data for a national-scale groundwater vulnerability map of Southern Africa. Proceedings of the 6th Southern Africa National Hydrological Symposium. 7 p.

Magyarország 1:10 000-es topográfiai térképsorozata 1983–84: 43-222 Balatonalmádi, 53-444 Litér. MÉM Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal, Budapest.

Maucha L. 1980: Jósvafői kísérleti terület vizsgálati eredményeinek összefoglaló értékelése. – VITUKI-jelentés, Budapest. 212 p.

Maucha L. 1990: A karsztos beszivárgás számítása. – *Hidrológiai Közlöny.* **70.** évf. **3.** sz. 153–161.

MAUCHA L. 1992: Fűzfőgyártelep térségének hidrogeológiai modellje. – VITUKI-jelentés, Budapest. 186 p.

MÁDLNÉ SZŐNYI J. 1996: Víztartó rendszerek sérülékenységi vizsgálata. Elmélet és gyakorlat. – Doktori disszertáció, ELTE Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék, Budapest. 1–135.

MEEKS, Y.J., DEAN, J.D. 1990: Evaluating groundwater vulnerability to pesticides. – *Journal of Water Resourses Planning and Management* **116(5)**: 693–707.

MOLDVAY L. et al. 1982–85: A Balaton környékének építésföldtani térképsorozata. M = 1: 20 000. – Balatonfűzfő alapadatgyűjtemény I. Térképező fúrások rétegsora. MÁFI Építésföldtani Osztály, Budapest. 1–280.

NAVULUR, K.C.S., COOPER, B.S., ENGEL, B.A. 1995: Groundwater vulnerability evaluation to nitrate and pesticide pollution on a regional scale using GIS. – International ASAE Summer Conference at Chicago, Illionis. 11 p.

ROSEN, L. 1994: A study of the DRASTIC Methodology with Emphasis on Swedish Conditions. – *Ground Water*, Vol. **32.**, No. **2**. 278–285.

RUNDQUIST, D.C., PETERS, A.J., DI, L., RODEKOHR, D. A., EHRMAN, R. L., MURRAY, G. 1991: Statewide groundwater-vulnerability assessment in Nebraska using the DRASTIC/GIS model. – *Geocarto International*. V. **6**. No. 2, 51–57.

TEÖREÖK L. 1941a: Talajtérkép, 5160/3 Veszprém. M= 1:25 000. – Talajtani Kutatóintézet, Budapest.

TEÖREÖK L. 1941b: Talajfelvételi jegyzőkönyv. 5160/3 Veszprém. M= 1:25 000. – Talajtani Kutatóintézet, Budapest.

Understanding GIS 1990: The ARC/INFO Method. – Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, California USA. 338 p.

VÁRHEGYI F.-né 1981: A Balaton környékének építésföldtani térképsorozata I. Fúráspont-térkép. Vízföldtani észlelési térkép. 1: 20 000. MÁFI, Budapest.

A kézirat beérkezett: 1997. 03. 24.

Földtani Közlöny 127/1-2, 111-126 (1997) Budapest

Változások a bakonyi eocén tengerben foraminiferák izotóp összetétele tükrében

Environmental changes in the Eocene sea of the Bakony Mts., Hungary as reflected by isotopic ratios of benthic and planktonic Foraminifera

KOLLÁNYI Katalin[1] – VETŐ István[1]– HERTELENDI Ede[2]

(5 ábra)

Key words: oxygen and carbon isotope ratios, foraminifera, Middle Eocene, temperature, Bakony Mts.

Tárgyszavak: oxigén és szén izotóp arányok, foraminifera, középső-eocén, hőmérséklet, Bakony hegység

Abstract

We carried out oxygen and carbon isotope studies on monogeneric benthic (*Cibicides*, C) and planktonic (*Globigerina*, G) foraminifer samples from the Middle Eocene sediments penetrated by the Sv-1. and Ck-2. coreholes drilled in the SW and NE parts of the Bakony Mts., Hungary. The stratigraphy of the Eocene intervals of these holes have been studied in detail by micropaleontological and paleomagnetic methods. The $\delta^{18}O$ values of the benthic and planktonic foraminifers display an increase varying between 0.76 to 2.05 permils in the Middle Eocene suggesting a cooling of the Middle Eocene Bakony sea, similar or even more intense than that experienced by the contemporaneous oceans. The benthic and planktonic $\delta^{18}O$ values show maxima at the bottom of the 18. magnetic anomaly and a rapid reversal followed by a similarly rapid increase in the upper part of the Middle Eocene, below the 17. magnetic anomaly and in its lower part. The remarkable time coincidence of the benthic and planktonic $\delta^{18}O$ curves of the two sections show similar changes of the environment in the SW and NE parts of the Eocene Bakony sea but the facts that $\delta^{18}O$ values are significantly more negative and differences between maxima and minima are significantly larger in the case of the Ck-2. section suggest somewhat separate development of the SW and NE parts of the sea. The sudden increase in the difference between benthic and planktonic $\delta^{13}C$ values at the top of the 19. magnetic anomaly in the Sv-1. section reflects an increase of primary productivity in the SW part of the Eocene Bakony sea. The results are encouraging for further foraminiferal isotope studies in fossil sediments of the marginal seas.

Manuscript received: 01. 12. 1995

Összefoglalás

Szerzők a Bakony DNy-i és ÉK-i részén mélyített Somlóvásárhely-1. (Sv-1.) és Csatka-2. (Ck-2.) magfúrások középső-eocén szakaszáról vett mintákból készített monogenerikus bentosz (*Cibicides*, C) és plankton (*Globigerina*, G) foraminifera preparátumok oxigén és szén izotóp arányait vizsgálták. A két fúrás eocén szakaszának rétegtana mikropaleontológiai és paleomágneses vizsgálatok alapján

[1] Magyar Állami Földtani Intézet, 1143 Budapest, Stefánia út 14.
[2] ATOMKI, 4026 Debrecen, Bem tér 18/c

már részletesen ismert. A bentosz és plankton foraminiferák $\delta^{18}O$ értéke 0,76–2,05 ezrelékkel nő a középső-eocén összletben, valószínűsítve, hogy a bakonyi középső-eocén tenger hasonló vagy nagyobb mértékben hűlt le, mint az óceánok. A bentosz és plankton $\delta^{18}O$ értékek maximumot érnek el a 18. mágneses anomália tetején majd gyors visszaesést és hasonlóan gyors növekedést mutatnak a középső-eocén felső részén, a 17. mágneses anomália alatt és annak alsó részében. A két szelvény bentosz és plankton $\delta^{18}O$ görbéinek figyelemreméltó rétegtani párhuzamossága a bakonyi eocén tenger DNy-i és ÉK-i részén bekövetkezett környezeti változások hasonlóságát sugallja. Ugyanakkor a két szelvény közötti különbségek – a $\delta^{18}O$ értékek lényegesen negatívabbak a Ck-2. szelvény esetében és a maximumok és a minimumok közötti különbségek is nagyobbak itt – a bakonyi eocén tenger két részének bizonyos fokig elkülönült fejlődését valószínűsítik. A bentosz és plankton $\delta^{13}C$ értékek különbségének a 19. mágneses anomália tetején észlelt hirtelen megnövekedése a bakonyi eocén tenger DNy-i része planktoni produktivitásának hirtelen megnövekedésére utal. Az eredmények további foraminifera izotóp vizsgálatokra bátorítanak a szegélytengerek fosszilis üledékeiben.

Bevezetés

A tengeri szervezetek által kiválasztott kalcit (és aragonit) stabil O és C izotóp aránya fontos információkat hordoz a tengervíz hőmérsékletéről, sótartalmáról ill. a produktivitásról. Ennek tudatában a Somlóvásárhely-1. és a Csatka-2. magfúrások kronosztratigráfiailag jól ismert eocén szelvényeiből gyűjtött foraminiferák stabil izotóp vizsgálatával kívántunk hozzájárulni az üledékképződési környezet rekonstrukciójához.

Az eredmények ismertetése előtt röviden összefoglaljuk a foraminiferák kalcitváza izotóp arányait meghatározó tényezőket és az izotóp arányokon alapuló őskörnyezeti rekonstrukció elveit és korlátait.

Foraminifera vázak stabil izotóp arányainak felhasználása az üledékképződési környezet rekonstrukciójában

A következőkben a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően a kalcit O- és C-izotóp arányát az ezrelékben kifejezett $\delta^{18}O$-val ill. $\delta^{13}C$-val jellemezzük.

$\delta = (R1/R2-R1) * 1000$, ahol R1 és R2 a minta ill. a standard izotóp aránya.

A vele egyensúlyban lévő vízből kiváló kalcitban a vízhez képest jelentősen dúsul a nehéz, 18-as tömegszámú O-izotóp, a dúsulás mértékét a víz hőmérséklete szabja meg; pl. a víz változatlan O-izotóp aránya esetén 4 ^{o}C hőmérséklet csökkenés a kalcit $\delta^{18}O$ értékének 1 ezreléknyi növekedését vonja maga után. A problémakör iránt behatóbban érdeklődők a három változó közötti összefüggés kvantitatív tárgyalását O'NEIL et al. (1969) és FRIEDMAN és O'NEIL (1977) cikkeiben olvashatják.

A vele egyensúlyban lévő vízből kiváló kalcitban a vízben oldott HCO_3^--hoz képest enyhén dúsul a nehéz, 13-as tömegszámú C-izotóp, a hőmérséklet csökkenésével ez a dúsulás igen kis mértékben nő. A problémakör iránt behatóbban

érdeklődők a három változó közötti összefüggés kvantitatív tárgyalását EMRICH et al. (1970) cikkében olvashatják.

A tengervíz O-izotóp arányát elsősorban a sarki jégtömeg mindenkori nagysága határozza meg. A tengervízből keletkező párában a könnyű ^{16}O-t, míg a visszamaradó tengervízben a nehéz ^{18}O-t tartalmazó vízmolekulák dúsulnak. Mivel a sarki jégtömeg végső soron az izotóposan könnyű párából keletkezik, gyarapodása ill. olvadása nemcsak az óceán vízszintjének süllyedését ill. emelkedését, de az óceánvíz $\delta^{18}O$ értékének növekedését ill. csökkenését is maga után vonja. Egyes óceánrészek, de még inkább a beltengerek O-izotóp arányát a sarki jégtakaró tömegének változásán kívül a helyi vízháztartás változása is jelentősen befolyásolja. Például a csökkent sótartalmú Balti tenger $\delta^{18}O$-je jóval negatívabb a normális sótartalmú tengerekénél (WILSON 1975). Könnyen belátható, hogy a tengervíz $\delta^{18}O$ értéke és sótartalma közötti összefüggés nagymértékben függ a helyi édesvíz forrás – beömlő folyó vagy parti gleccser – $\delta^{18}O$ értékétől, ami a földrajzi hely szerint igen nagy változatosságot mutat. Például az átlagos magyarországi csapadékot – 9,5 ezreléknyi (BALOGH et al. 1994), egy grönlandi parti gleccser olvadékvizét – 38 ezreléknyi (ISRAELSON et al. 1994) $\delta^{18}O$ érték jellemzi. Érthető, hogy a parti víztömeg $\delta^{18}O$ értéke nagymértékben függ az édesvíz megfelelő értékétől és a sótartalmat megszabó keveredési aránytól. A párolgás mértéke és a víztükör feletti levegőréteg páratartalma is jelentős befolyást gyakorol a helyi O-izotóp arányra.

A víz és a benne élő szervezetek, pl. foraminiferák által kiválasztott kalcit $\delta^{18}O$ értékei közötti kapcsolat nemzetségtől, sőt fajtól függő. Ezért foraminifera izotóp vizsgálatokat monospecifikus, de legalábbis monogenerikus mintákon kell végezni. Együtt betemetődött két foraminifera faj vagy nemzetség O-izotóp arányai közötti különbség azonban nemcsak az egyensúlytól való eltérést okozó biológiai hatások különbségét tükrözheti, hiszen a két faj vagy nemzetség nem feltétlenül azonos hőmérséklet és/vagy izotóp arányú vízben élt. Bentosz – felszínközeli plankton páros esetén ez könnyen belátható, hiszen a plankton életterét adó felszínközeli víz szinte mindig melegebb, mint a bentoszt körülvevő fenékvíz. Így várható, hogy minél mélyebb a tenger, annál nagyobb a plankton és bentosz foraminiferák $\delta^{18}O$ értékei közötti különbség. Emellett a felszínközeli víz sótartalma és így $\delta^{18}O$ értéke sem feltétlenül azonos a fenékvízéével.

Édesvíz hozzákeveredése csökkenti a tengervíz oldott szervetlen C és így HCO_3^--tartalmának C-izotóp arányát, a viszonylag zárt beltengerekben – pl. a Földközi tengerben – ez a hatás jelentős (FONTUGNE & CALVERT 1992). Erre figyelemmel kell lenni a $\delta^{13}C$ értékek őskörnyezeti célú értelmezésénél.

Minél intenzívebb a fotoszintézis az átvilágított zónában, vagyis minél nagyobb a planktoni produktivitás, izotóposan annál nehezebb a vízben oldott bikarbonát és CO_2, mivel a fotoszintézis során jelentős C-izotóp frakcionáció történik, vagyis az algák előszeretettel vonják ki a vízből a ^{12}C-t tartalmazó bikarbonátot és CO_2-t, így a visszamaradó bikarbonátban és CO_2-ben feldúsul a ^{13}C. A fenékvízben oldott HCO_3^- $\delta^{13}C$-ja általában negatívabb a felszínközeli vízben oldotténál. Ez a különbség a szervesanyagot a vízoszlopon keresztül

történő lesüllyedés, majd a korai betemetődés során erő bakteriális oxidáció következménye. A szervesanyag $\delta^{13}C$ értéke mindig jóval negatívabb a felszínközeli vízben oldott HCO_3^--énál, így az oxidációjával keletkező bikarbonát is nagyon könnyű izotóposan. Ez az izotóposan könnyű bikarbonát negatív irányba tolja el a mélyebb vízrétegben oldott HCO_3^- $\delta^{13}C$ értékét. Így a bentosz foraminifera $\delta^{13}C$ értéke jóval negatívabbá lesz a felszínközeli vízben élő plankton foraminiferáénál.

Ha a betemetődés során a foraminifera vázra karbonát válik ki, annak izotóp arányai a pórusvíz, ill. az abban oldott bikarbonát izotóp arányát tükrözik. Mivel a pórusvíz bikarbonátjának igen jelentős része az üledékes szervesanyag bakteriális oxidációjával keletkezik, $\delta^{13}C$ értéke még a fenékvízben oldott bikarbonáténál is negatívabb. Így a kiváló karbonát a foraminifera váz $\delta^{13}C$-jét negatív irányba tolja el. A korai betemetődés során a hőmérséklet nő, tehát a kiváló karbonát $\delta^{18}O$-ja a foraminifera váz eredeti $\delta^{18}O$ értékénél negatívabb lesz. E torzító hatás miatt célszerű diagenetikus karbonát kiválástól mentes foraminifera vázak vizsgálata, ill. a kiválásnak az izotóp arány mérés előtti eltávolítása.

Fosszilis foraminiferák stabil izotóp arányait – feltehetően a beltengerek vízháztartásának az óceánokénál nagyobb változékonysága miatt – elsősorban óceáni üledékekből vizsgálták. Szegély- és beltengerek esetében főleg a negyedidőszakra korlátozódtak a fosszilis foraminiferákon végzett izotóp vizsgálatok (pl. TANG & STOTT 1993). A bakonyi eocénben kezdett foraminifera izotóp vizsgálatunkkal ezért viszonylag járatlan területen haladunk előre, ami következtetéseink levonásában nagyfokú óvatosságra késztet.

A víz sótartalmának és hőmérsékletének hatása a foraminiferák elterjedésére, méretére és alakjára

Mivel a víz hőmérséklete és sótartalma nem csupán a foraminiferák karbonát anyagának stabil izotóp arányaira, de méretükre, alakjukra is hatással van, az izotóp adatok értékelésénél figyelemmel kell lenni az utóbbiakra vonatkozó megfigyelésekre is.

A plankton foraminiferák eloszlása elsősorban a víz hőmérsékletétől és sótartalmától függ. A faj földrajzi elterjedésénél elsődleges a víz hőmérséklete. Egy adott faj csak rövid ideig tolerálja a hőmérsékletváltozást, és minden faj jellemző tolerancia határokkal rendelkezik. A hideg vizet kedvelő fajok a trópusi területeken mélyebb vízrétegben élnek, mint a sarkközeli területen.

A hőmérsékletváltozás a méretet és a morfológiát is befolyásolja. Egyes megfigyelések szerint az alacsonyabb hőmérséklet nagyobb méretet eredményezhet (BOLTOVSKOY & WRIGHT 1976).

Közvetlenül befolyásolja a foraminiferák földrajzi elterjedését a sótartalom változása. Minden faj számára létezik egy optimális sótartalom és egy kritikus határ is. A bentosz foraminiferáknak a sótartalom változással szembeni tűrőképessége sokkal nagyobb a plankton foraminiferákénál. MURRAY (1968) megfigyelte, hogy 18–30 ezrelék közötti sótartalomnál a legtöbb bentosz faj még

megél, de szaporodni csak a nyári melegebb időszakban képes, amikor a sótartalom magasabb. A plankton foraminiferák sokkal szűkebb tartományban életképesek. Általában csak 34–36 ezrelék sótartalmú vízben találhatók, de 30 ezrelék alatt már nem maradnak életben. A sótartalom csökkenése méretcsökkenést és a díszítettség elvesztését eredményezheti.

Rétegtani, őskörnyezeti alapok

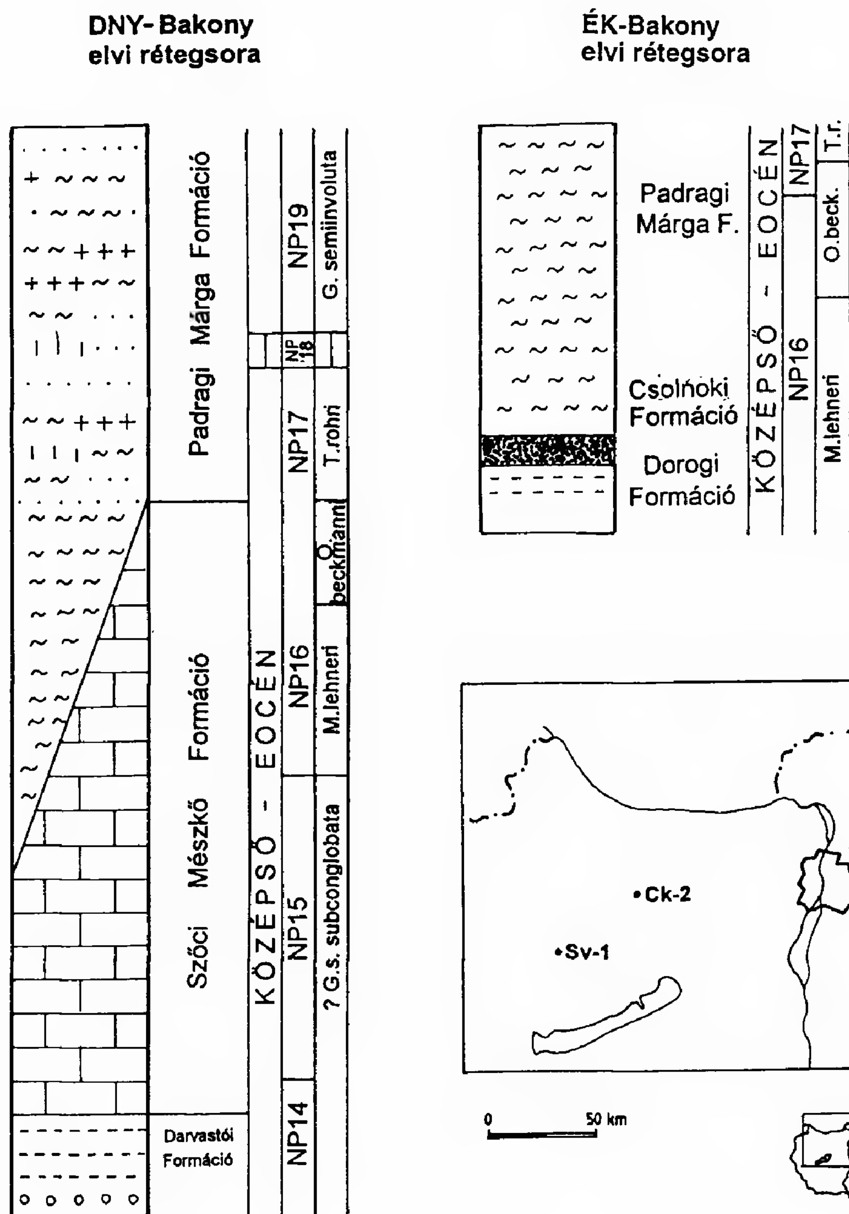
Az 1. *ábrán* a DNy- és ÉK-Bakony eocén összleteinek elvi rétegsorait, formációit és plankton biozónáit mutatjuk be. Jól látható, hogy a DNy-Bakonyt elborító első harmadidőszaki tengerelöntés a középső-eocén legmélyebb részére tehető (BÁLDI-BEKE 1984; BERNHARDT et al. 1985, 1988), az ezt követő transzgresszió már a középső-eocén magasabb részében következett be és DNy-i irányból elborította az ÉK-Bakony területét (BÁLDI-BEKE 1984; HORVÁTH-KOLLÁNYI 1983) is.

Így a DNy-Bakony területén a középső-eocén alján (NP 14 zóna) indul meg az üledékképződés terrigén, homokos pélittel (Darvastói Formáció), melyre a medence peremeken vastagabb, a medence belsejében vékonyabb biogén self mészkő rakódott le (Szőci Mészkő Formáció). Erre egy meszes, helyenként glaukonitos, helyenként homokos globigerinás márga települ (Padragi Márga Formáció). Az ÉK-Bakony területét a transzgresszió a középső-eocén magasabb részén érte el (NP 16 zóna). A kőszénképződést követően (Dorogi Formáció) márgás, nagyforaminiferás összlet rakódott le (Csolnoki Agyagmárga Formáció), mely folyamatosan megy át a helyenként glaukonitos Padragi Márga Formációba. A Padragi Márga Formációra mindkét fáciesterületén eróziós diszkordanciával települ az oligocén.

A szelvények ismertetése

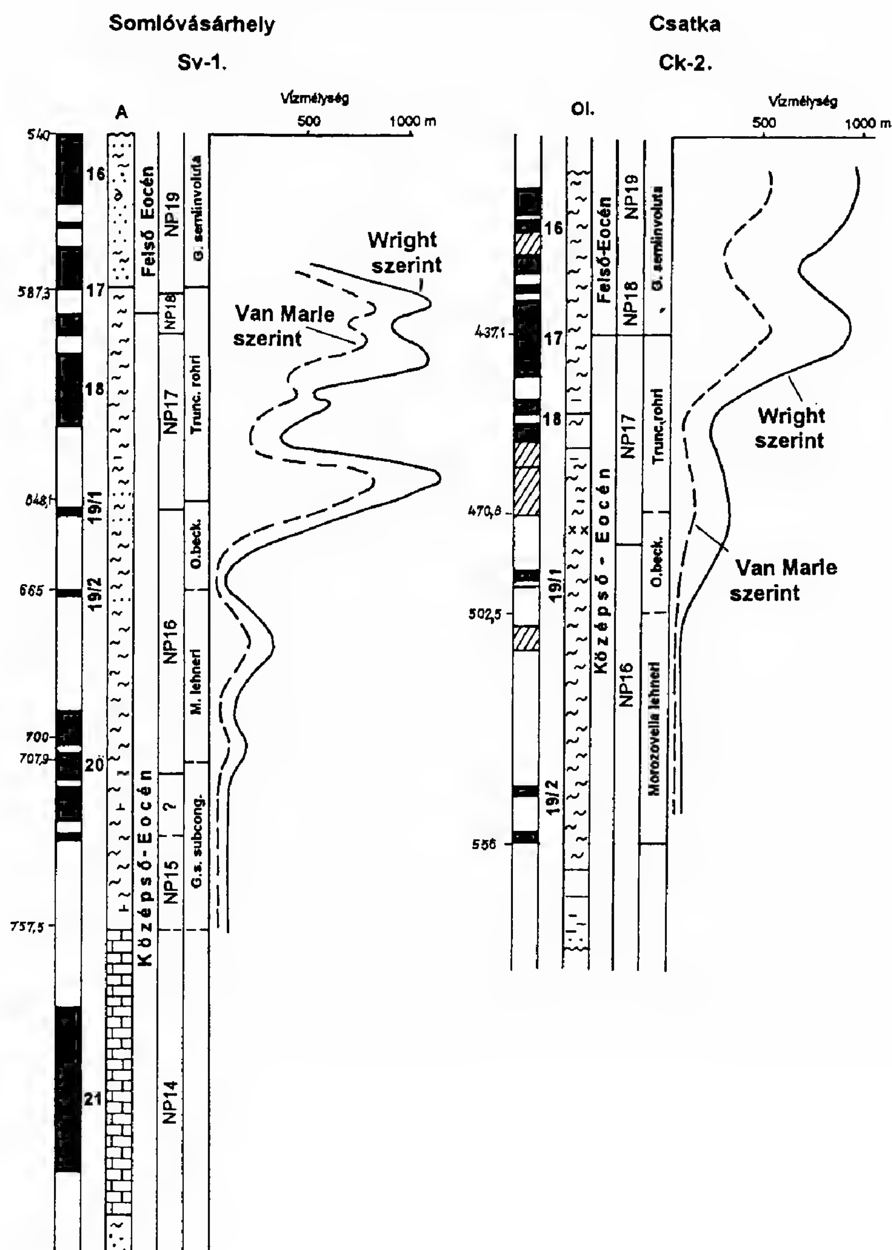
Mivel jelen munkánkban két magfúrás – a DNy-Bakonyban mélyített Somlóvásárhely-1. (Sv-1.) és az ÉK Bakonyban mélyített Csatka-2. (Ck-2.) – eocén szelvény foraminiferáinak izotópos vizsgálatát végeztük el, szükségesnek tartjuk, hogy eredményeinket az eddigi kronosztratigráfiai és őskörnyezeti adatok keretébe helyezzük (2. *ábra*). A szelvényekben a paleomágneses méréseket MÁRTON P. (Sv-1.) és LANTOS M. (Ck-2) végezte, a nannoplanktont BÁLDI-BEKE M., a foraminiferákat pedig KOLLÁNYI K. vizsgálta. A rétegsorok kőzettani leírása BERNHARDT B. munkája. A szelvényeken ábrázoltuk a mágneses anomáliákat, a fúrások rétegsorát, a képződmények korát, a nannoplankton és plankton foraminifera biozónákat valamint a vízmélység görbéket. A mágneses polaritásidő skála és a fúrásszelvények korrelációját BERNHARDT et al. (1988) munkájából ill. LANTOS M. írásos közléséből vettük át.

A rétegsor biosztratigráfiai ismertetésénél a plankton zonációkat vettük figyelembe a korrelációs lehetőségek miatt. A zónahatárok pontos kijelölése általában bizonytalan, mivel a plankton foraminifera zonációt trópusi területekre



1. *ábra.* A DNy-Bakony és az ÉK-Bakony középső-eocénjének elvi rétegsorai a vizsgált magfúrások helyszínrajzával

Fig. 1. Ideal lithological columns of the SW Bakony and NE Bakony Middle Eocene sections with the locality map of the studied coreholes



2. *ábra.* A Somlóvásárhely-1. és a Csatka-2. magfúrások középső eocén összletének litológiai szelvényei, bio- és magnetosztratigráfiája és paleobatimetrikus görbéi

Fig. 2. Lihology, bio- and magnetostratigraphy and paleobathymetric curves of the Eocene sections of the Somlóvásárhely-1. and Csatka-2. coreholes. KÖZÉPSŐ-EOCÉN = Middle Eocene; FELSŐ-EOCÉN = Upper Eocene

dolgozták ki (BOLLI 1972), így a hazai szubtrópusi környezetben lerakódott eocén képződményekből a zónajelző fajok helyenként hiányoznak, vagy csak kis számban találhatók. A Sv-1. szelvény plankton foraminiferát tartalmazó legmélyebb, 757,7–707,9 m közötti szakasza a *Globorotalia c. frontosa* és *Globigerinatheka m. kugleri* együttes előfordulása alapján a *Globigerinatheka s. subconglobata* zónánál idősebb nem lehet. A zóna felső határa bizonytalan, valamivel fiatalabb lehet. A 706,6–665,0 m közötti szakasza már biztosan a *Morozovella lehneri* zónába tartozik. Ezt a fiatalabb alakok hiánya és a *Morozovella lehneri* zóna alsó határa körül megjelenő *Globigerinatheka s. curryi* előfordulása igazolja. A 664,4–648,1 m közötti szakasz az *Orbulinoides beckmanni* zónába tartozik. Alsó határát a *Globigerinatheka s. luterbacheri*, felső határát a *Globorotalia c. cerroazulensis* megjelenésével lehet kijelölni, bár van néhány bizonytalan adat arra nézve, hogy ez a faj szórványosan már az *Orbulinoides beckmanni* zónában megjelenik. A 647,2–587,3 m közötti szakasz a *Truncorotaloides rohri* zónába tartozik. Gyakoriak a *Truncorotaloides rohri* és a *Truncorotaloides topilensis* fajok. Ezek ugyan az egész középső-eocénben megtalálhatók, de gyakoribb előfordulásuk erre a zónára tehető. A zóna elhatárolása a felső-eocén felé a *Globigerinatheka semiinvoluta* megjelenésével húzható meg, mivel ez a faj a középső-eocénben még nem fordul elő. Ugyanakkor 586,5 m felett hiányoznak a középső-eocénben gyakori Truncorotaloides fajok is. Ez a fúrásszakasz már a felső-eocén alsó zónájába, a *Globigerinatheka semiinvoluta* zónába tartozik.

A Ck-2. szelvény 556,0–505,5 m közötti szakasza biztosan a *Morozovella lehneri* zónába tartozik, csak az alsó és felső zónahatár kijelölése bizonytalan a trópusi fajok hiánya miatt. Faunája megegyezik az Sv-1. szelvény faunájával. A 502,5–477,0 m közötti szakasz a *Globigerinatheka m. kugleri* és *Globorotalia c. pomeroli* együttes előfordulása alapján az *Orbulinoides beckmanni* zónába tartozik, de a zónát jelző *Orbulinoides beckmanni* hiányzik a szelvényből. A 470,8–437,8 m közötti szakasz a *Truncorotaloides rohri* zónába tartozik. Alsó határa a zónajelző faj hiánya miatt bizonytalan, felső határát a *Globigerinatheka semiinvoluta* megjelenésével lehet meghúzni. A 437,1–379,2 m közötti fúrásszakasz biztosan a felső-eocén alsó része a *Globigerinatheka semiinvoluta* jelenléte miatt.

A somlóvásárhelyi szelvényen (2. *ábra*) látható, hogy a DNy-ról jövő transzgressziónak megfelelően már a középső-eocén alsó szakaszán megindul a tengeri üledékképződés (21-es mágneses anomália, NP 14 zóna), míg ÉK-en a csatkai szelvényben a tengerelöntés csak a középső-eocén közepén következett be (19-es mágneses anomália, NP 16 zóna). Mindkét szelvény plankton foraminiferákban gazdag pelágikus üledékeket harántolt. A plankton-bentosz foraminiferák alapján megrajzolt batimetrikus görbe (HORVÁTH-KOLLÁNYI & NAGY-GELLAI 1989) a vízmélység változás sebességét és irányát szemlélteti. Látható, hogy a Bakony DNy-i részén a tenger a legnagyobb vízmélységet már a középső-eocén végén eléri, míg ÉK-en ez csak a felső-eocén legkorábbi szakasza környékén következett be.

Vizsgálati módszerek

A foraminiferák kiválogatása binokuláris mikroszkóp alatt történt. A preparátumok tömege többnyire 1–10 mg között változott. A preparátumokat – az esetleges szennyezések eltávolítása céljából történő ultrahangos kezelés után – 1 órán át tartottuk 25 °C-on cc. H_3PO_4-ben. A $\delta^{13}C$ és $\delta^{18}O$ értékek meghatározása az így nyert CO_2 gázon történt, az eredmények reprodukálhatósága 0,2 ezrelék.

Eredmények és diszkusszió

Őslénytani megfigyelések

A két eocén szelvény foraminifera faunáját összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a somlóvásárhelyi jobb megtartású, kevésbé átkristályosodott, gazdagabb foraminifera együttest tartalmaz, mint a csatkai. A *Morozovella lehneri* zónában a kisebb vízmélység miatt mindkét fúrásban kevés a plankton foraminifera, de az előforduló fajok hasonlóak (közösek?). A bentosz foraminifera fauna jóval gazdagabb mind egyed-, mind fajszámban.

Az *Orbulinoides beckmanni* zónában a tenger mélyülése következtében mindkét szelvényben sokkal gazdagabb plankton együttest találunk. A Sv-1. szelvényben a nagyobbméretű Globigerinák, pl. a *G. eocaena, G. venezuelana, G. hagni, G. cryptomphala* uralkodnak, de mellettük megtalálható a kisebb méretű *G. linaperta* és *G. yeguaensis* is. A csatkai szelvényben a nagyméretű alakok kisebb faj- és egyedszámmal képviseltek és a kisebb termetű Globigerinák viszonylag gyakoribbak.

A középső-eocén legfelső, *Truncorotaloides rohri* zónájában a Sv-1. szelvény plankton foraminiferákban sokkal gazdagabb mint a csatkai, helyenként tömegesen jelentkezik benne az utóbbiban elő sem forduló *Globigerinatheka subconglobata luterbacheri* faj 602,8–589,5 m között. A fajt a Svájci Alpokból a Pilátus hegyről (Looegg) írta le ECKERT (1963) *Globigerapsis semiinvoluta* néven. Ez a faj BOLLI (1972) valamint TOUMARKINE & LUTERBACHER (1985) újravizsgálata szerint csak mérsékeltövi klímán fordul elő, trópusi tengerekben ismeretlen. Ugyanezen a szakaszon a csak meleg vízben életképes plankton gastropodák (pteropódák) hiányoznak. Mivel a vízmélység jelenlétüket indokolttá tenné, ugyancsak arra kell következtetni, hogy ennek a szakasznak az üledékei viszonylag hideg vízből rakódtak le (BOHNNÉ HAVAS M. szóbeli közlése). A *Globigerinatheka s. luterbacheri* szintén tömegesen található a Sv-1. fúráshoz közeli Devecser-4. fúrás szelvényének 67,0–59,0 m közötti szakaszán. A Sv-1. szelvényben a vizsgált minták faunáját főleg a nagytermetű *G. eocaena, G. venezuelana, G. pera* alkotja, míg a csatkaiban a *G. linaperta* és a kisebb termetű *G. eocaena* uralkodik. A felső-eocén *Globigerinatheka semiinvoluta* zónában mindkét szelvény plankton és bentosz faunája jóval szegényesebb.

Stabil izotóp arányok

Sv-1. szelvény

Az eocén összlet 701–551,7 m közötti szakaszáról vett 14 mintából monogenerikus plankton (Globigerina, továbbiakban G.) és bentosz (Cibicides, továbbiakban C.) foraminifera preparátumokat készítettünk és megmértük azok stabil C és O izotóp arányát. Az eredményeket a 3. *ábrán* mutatjuk be.

A G. $\delta^{18}O$ értéke egy minta kivételével negatívabbnak bizonyult az ugyanabból a mintából nyert C. $\delta^{18}O$ értéknél, valószínűsítve, hogy a fenékvíz hidegebb volt a felszínközeli víznél. A vízmélység 660 m feletti gyors növekedésének (2. *ábra*) és az ezt minden bizonnyal követő hőmérséklet különbség növekedésnek megfelelően a G. és a C. O-izotóp arányának különbsége 671,6 és 660 m között jelentősen megnő. 686 m-ben a G. $\delta^{18}O$ értéke a C.-énél kevésbé negatívnak bizonyult!

A C. $\delta^{13}C$ értéke a G.-énél negatívabb, csupán 2 minta esetében bizonyult a G. O-izotóp aránya negatívabbnak, 0,05 ill. 0,14 ezrelékkel. A C-izotóp arányok különbsége 645 m felett jelentősen megnő majd 600 m felett lecsökken, ami a planktoni produktivitás megnövekedésére és azt követő lecsökkenésére utal. A 686 m mélységből vizsgált C. és G. $\delta^{13}C$ értékei közötti különbség sokkal nagyobb, mint a szomszédos minták esetében. Mivel ugyanebben a mintában a C. $\delta^{18}O$ értéke a G.-énál negatívabb, valószínű, hogy itt a foraminiferák kalcitjának jelentős része diagenetikus eredetű, ezért izotóp arányaik nem használhatók az üledékképződési környezet rekonstrukciójához.

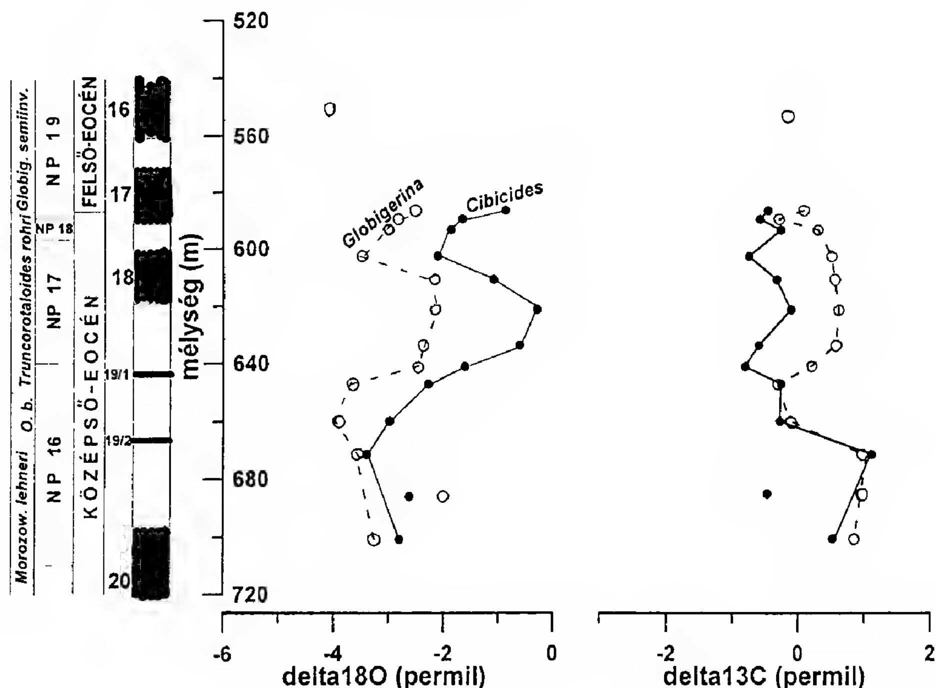
Ha a legnagyobb és legkisebb mélységből vizsgált értékelhető preparátumokat tekintjük, G. és C. $\delta^{18}O$ értéke a csökkenő földtani korral –3,27 ezrelékről –2,51 ezrelékre ill. –2,81 ezrelékről –0,86 ezrelékre nőtt. Ez a növekedés azonban távolról sem egyenletes, a G. és a C. hozzávetőleg párhuzamosan futó $\delta^{18}O$ görbéi 2 minimumot és 1 maximumot mutatnak. A maximum és a minimumok különbségei a C. esetében jóval nagyobbak.

671,6 és 666,0 m között a G. és a C. $\delta^{13}C$ értéke egyaránt jelentősen – 1,1 ill. 1,4 ezrelékkel – csökken. Ezután a C-izotóp arányok a csökkenő mélységgel nőnek majd csökkennek, a változás amplitúdója 0,7–0,8 ezrelék.

Az 551,7 m-ből vizsgált G. O-és még inkább C-izotóp aránya a könnyű izotópok jelentős dúsulását mutatja a legközelebbi vizsgált (586,5 m) mintához képest (1,5 ill. 4 ezrelék). Bentosz foraminiferákon mért adatok hiányában nem zárható ki, hogy itt a Globigerinák kalcitjának jelentős része diagenetikus kiválás.

Ck-2. szelvény

Az eocén összlet 379,2 és 532,5 m közötti szakaszából gyűjtött 16 mintából történtek foraminifera stabil izotóp vizsgálatok. G. preparátumokat valamennyi mintából, míg C. preparátumokat csupán a 428 m-nél mélyebbről gyűjtöttekből sikerült készíteni. A stabil izotóp arányok mélység szerinti változását a 4. *ábrán* mutatjuk be.

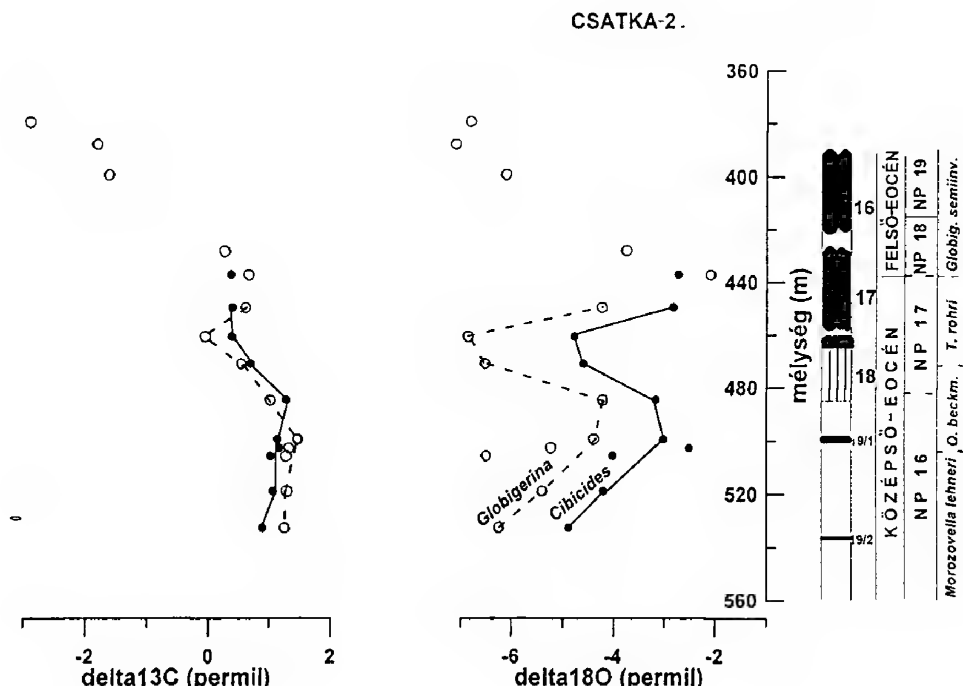


3. ábra. Bentosz és plankton foraminiferák O- és C-izotóp arányai a földtani kor függvényében a Somlóvásárhely-1. magfúrás középső-eocén összletében. A vonallal össze nem kötött jelek azokat a mintákat képviselik, melyek feltehetően jelentős mennyiségű diagenetikus kalcitot tartalmaznak

Fig. 3. Middle Eocene oxygen and carbon isotopic records of benthic and planktonic foraminifera versus sediment age at the Somlóvásárhely-1. corehole. Symbols not linked with lines represent samples with probably considerable contribution of diagenetic calcite. KÖZÉPSŐ-EOCÉN = Middle Eocene; FELSŐ-EOCÉN = Upper Eocene

A 437,1 m-ből vizsgált mintától eltekintve a G. $\delta^{18}O$ értéke mindig negatívabbnak bizonyult a C.-énél. A különbség 1–2,7 ezrelék között változik, átlagosan nagyobb, mint a Sv-1. szelvénynél. Az 505,5 ill. 502,5 m-ből nyert C. és G $\delta^{18}O$ értékeket a közöttük lévő igen nagy különbség ill. a görbék ellentétes változása miatt a további értékelésnél nem vesszük figyelembe; valószínű, hogy a foraminiferák itt jelentős mennyiségű diagenetikus kalcitot tartalmaznak.

Ha a legnagyobb és legkisebb mélységből vizsgált értékelhető preparátumokat tekintjük, G. és C. $\delta^{18}O$ értéke a csökkenő földtani korral –6,26 ezrelékről –4,25 ezrelékre ill. –4,89 ezrelékről –2,84 ezrelékre nőtt. A G. és a C. $\delta^{13}C$ görbéi többnyire párhuzamosak, távolságuk –0,35 és 0,36 ezrelék között ingadozik. Az O-izotóp arányok a mélységgel a Sv-1. szelvényben tapasztalthoz hasonló pe-



4. *ábra*. Bentosz és plankton foraminiferák O- és C-izotóp arányai a földtani kor függvényében a Csatka-2. magfúrás középső-eocén összletében. A vonallal össze nem kötött jelek azokat a mintákat képviselik, melyek feltehetően jelentős mennyiségű diagenetikus kalcitot tartalmaznak

Fig. 4. Middle Eocene oxygen and carbon isotopic records of benthic and planktonic foraminifera versus sediment age at the Csatka-2. corehole. Symbols not linked with lines represent samples with a probably considerable contribution of diagenetic calcite. KÖZÉPSŐ-EOCÉN = Middle Eocene; FELSŐ-EOCÉN = Upper Eocene

riodikus változást mutatnak, de a G.-nél és nem a C.-nél nagyobb a $\delta^{18}O$ értékek változásának mértéke (4,5 ill. 2 ezrelék).

A *Globigerina semiinvoluta* biozónában a G. $\delta^{18}O$ és $\delta^{13}C$ értékei a kor csökkenésével jelentős negatív eltolódást mutatnak. Bentosz foraminiferákon mért stabil izotóp arány adatok hiányában nem dönthető el, hogy az üledékképződési környezet változása vagy a rétegsorban felfelé haladva egyre fokozódó diagenetikus karbonát kiválás okozza az eltolódást.

A Sv-1. és a Ck-2. szelvények O-izotóp arány görbéinek összehasonlítása

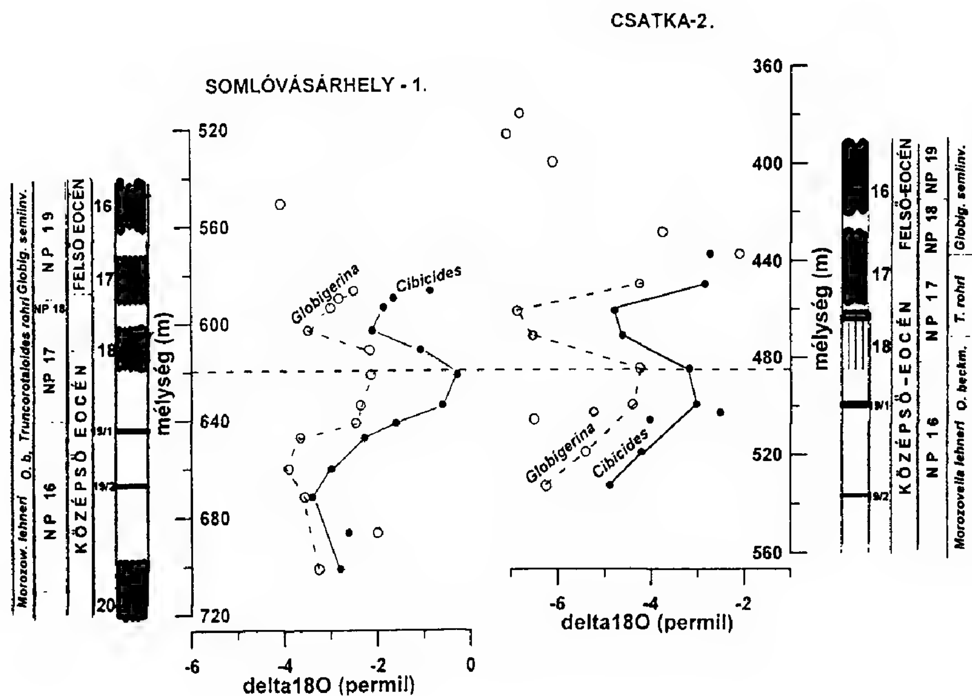
Az Sv-1. és Ck-2. szelvények oxigén izotóp arányainak rétegtani változását az *5. ábrán* együtt mutatjuk be. A 18. mágneses anomália alját választva izokron felületnek a két szelvény durván S-alakú görbéi rétegtanilag eléggé hasonló lefutásúak: az O-izotóp arányok a 19/2. normál polaritású intervallumtól kb. a 18. mágneses anomália aljáig nőnek, majd a 18. mágneses anomálián keresztül csökkennek, végül a 17. mágneses anomália alatti fordított polaritású intervallumban és a 17. mágneses anomália alsó részében ismét nőnek. Meg kell említenünk, hogy a Ck-2. szelvény 465 és 485 m közötti, a *4.* és *5. ábrákon* vonalkázással kiemelt szakaszában nem történtek paleomágneses mérések, ezért itt a 18. mágneses anomália alsó határa kérdéses volt. A stabil izotóp arány vizsgálatok egy nem várt eredménye az anomália aljának kijelölése.

Hasonlóság mutatkozik meg abban is, hogy a G. és a C. O-izotóp arányai a csökkenő földtani korral 0,76 és 1,95 ezrelékkel ill. 2,01 és 2,05 ezrelékkel nőnek a Sv-1. és Cv-2. szelvények vizsgált középső-eocén szakaszán. Mindez a két közeli eocén tengerrész alapjában nyilván hasonló hőmérséklet változásai miatt várható is.

A durván megfelelő korú óceáni üledékekből vizsgált plankton és bentosz foraminiferákon OBERHANSLI et al. (1984) és BARRERA & HUBER (1993) a $\delta^{18}O$ 0,72 és 0,97 ezrelék között változó és két 0,8–0,9 ezrelék amplitúdójú visszaeséssel megszakított növekedését tapasztalta. Mivel az eocénben a sarki jégtakaró tömege még nem volt olyan nagy, hogy számottevően befolyásolja az óceán O-izotóp arányát, a fenti összletekben tapasztalt $\delta^{18}O$ növekedés egyértelműen a felszínközeli és a fenékvíz hőmérsékletének csökkenését mutatja a középső–felső-eocén folyamán. Ennek mértéke az óceánok felszínközeli és fenékvizében egyaránt kb. 4°C volt. Ha a két vizsgált szelvényben tapasztalt O-izotóp arány növekedést kizárólag a tengervíz hőmérsékletének változására vezetjük vissza, úgy a bakonyi eocén tenger 3–9 °C-al hűlt le a középső-eocén folyamán.

A $\delta^{18}O$ középső-eocén végi visszaesésének amplitúdója a két vizsgált szelvényben jóval nagyobb, mint a megfelelő korú óceáni üledékekben. Ha ezt az O-izotóp arány változást kizárólag a víz hőmérsékletének megváltozására vezetjük vissza, akkor 10–12 °C hőmérséklet ingadozást kell feltételeznünk a középső-eocén végi bakonyi tengerben. A viszonylag kis víztömeg miatt az óceánénál nagyobb hőmérséklet ingadozás nem lenne meglepő. Ugyanakkor, szintén a viszonylag kis víztömeg miatt, azt sem lehet kizárni, hogy a víz O-izotóp aránya is változott a vizsgált időszakban, pontosabban, hogy ez a változás jelentősebb volt, mint az óceánban. A bakonyi eocén tengerrészek vize O-izotóp arány változását a sótartalom változása és a beömlő folyók vize $\delta^{18}O$ értékének változása egyaránt és együtt is okozhatta.

A két szelvény oxigén izotóp arány görbéi ugyanakkor jelentősen el is térnek egymástól. A Ck-2. szelvény G. és C. $\delta^{18}O$ értékei 2–3 ezrelékkel negatívabbak a Sv-1. szelvény rétegtanilag hasonló helyzetű mintái $\delta^{18}O$ értékeinél. Mivel a két vizsgált eocén szelvény Globigerina faunáinak faji összetétele eléggé eltérő, az O-izotóp frakcionáció faj-specifikus jellege miatt nem várhatjuk a két G.



5. *ábra.* Bentosz és plankton foraminiferák O-izotóp arányai a földtani kor függvényében a Somlóvásárhely-1. és a Csatka-2. magfúrások középső-eocén összletében. A vonallal össze nem kötött jelek azokat a mintákat képviselik, melyek feltehetően jelentős mennyiség diagenetikus kalcitot tartalmaznak. Az izotóp arány görbék illesztése a 18. mágneses anomália alsó határánál történt

Fig. 5. Middle Eocene oxygen isotopic records of benthic and planktonic foraminifera versus sediment age at the Somlóvásárhely-1. and Csatka-2. coreholes Symbols not linked with lines represent samples with a probably considerable contribution of diagenetic calcite. The isotope curves have been fitted along the base of the 18 magnetic anomaly. KÖZÉPSŐ-EOCÉN = Middle Eocene FELSŐ-EOCÉN = Upper Eocene

$\delta^{18}O$ görbe teljes egyezését. Ez azonban csak kicsiny részét okozhatja a különbségnek, annak zöme egyrészt a két eocén tengerrész hőmérséklete, esetleg O-izotóp aránya különbségét, másrészt a két szelvény foraminifera vázai eltérő diagenezisét tükrözheti.

Az őslénytani megfigyelések mindkét feltételezést megerősítik. A DNy-Bakony eocén tengerrészének kisebb hőmérsékletére utal az, hogy a Sv-1. szelvény *Truncorotaloides rohri* zónába tartozó üledékeiben jelen van, a Ck-2. rétegtanilag megfelelő üledékeiben viszont teljesen hiányzik a viszonylag hideg vizet kedvelő *Globigerinatheka s. luterbacheri* faj. A DNy-Bakony eocén tengerrészének kisebb hőmérsékletére mutat az a megfigyelés is, hogy az *Orbulinoides beckmanni* és a *Truncorotaloides rohri* zónákba tartozó üledékek Globigerina faunájában a

Sv-1. szelvény esetében gyakoribbak a nagyobb termetű fajok. Az a tény, hogy a Ck-2. szelvényben a $\delta^{18}O$ értékek jóval negatívabbak , mint a Sv-1. szelvényben, összhangban van a Ck-2. üledékeit lerakó tengerrész alacsonyabb hőmérsékletével. Ugyanakkor a Ck-2. szelvény foraminiferáinak rosszabb megtartása, nagyobbfokú átkristályosodottsága azt sugallja, hogy itt nagyobb mérvű a diagenetikus kalcit hozzájárulása a foraminiferák vázához. A nagyobb mérvű diagenetikus kalcit kiválást valószínűsítik a O-izotóp görbék szabálytalanabb lefutása ill. a G. és C. C-izotóp arányok különbségének előjelváltásai is. Az a tény azonban, hogy a két szelvény O-izotóp görbéi rétegtanilag nagyon hasonló lefutásúak, arra mutat, hogy a diagenetikus kalcit kiválás dacára a Ck-2. szelvény foraminifera $\delta^{18}O$ értékei használhatók az őskörnyezeti rekonstrukcióban. A Ck-2. szelvény foraminiferáinak jóval negatívabb O-izotóp arányai így a ÉK-Bakony eocén tengerrésze nagyobb hőmérsékletét és/vagy a beömlő folyók vizének negatívabb $\delta^{18}O$ értékét valószínűsítik. Utóbbi esetben a ÉK-Bakony eocén tengere vízgyűjtőjén kisebb O-izotóp arányú csapadék hullott. Mindkét esetben a két tengerrész viszonylag független fejlődését kell feltételeznünk.

Következtetéseink megcáfolásához vagy finomításához természetesen újabb szelvények lehetőleg sűrűbb mintavétellel történő vizsgálatára van szükség. Már most is valószínűsíthető azonban, hogy a foraminiferák stabil izotóp arányának ismerete nemcsak az óceánok, de a harmadidőszaki szegélytengerek üledékképződési környezetének rekonstrukciójában is jelentős segítséget nyújthat.

Következtetések

A DNy-Bakony eocén tengerrészének planktoni produktivitása jelentősen megnőtt a 19/1. normális polaritású intervallumnak megfelelő időtartam után.

A bakonyi középső-eocén felhalmozódása során a tenger lehűlése legalábbis hasonló, de valószínűleg nagyobb mértékű (3–8°C) volt, mint az óceánoké.

A DNy-Bakony és az ÉK-Bakony eocén tengerrészeinek hőmérséklete (és nagy valószínűséggel O-izotóp aránya) jelentős párhuzamos változásokon ment át a középső-eocén során. Az ÉK-Bakony középső-eocén tengerrésze melegebb (és a könnyű O-izotópban nagy valószínűséggel dúsabb) volt.

A két tengerrész egymástól viszonylag függetlenül fejlődött.

Köszönetnyilvánítás

A munkát az OTKA 554-es számú kutatási szerződése tette lehetővé. V. I. köszönetét fejezi ki LANTOS Miklósnak és MÜLLER Pálnak értékes megjegyzéseikért és tanácsaikért. Szerzők köszönetüket fejezik ki DEMÉNY Attila és KECSKEMÉTI Tibor lektoroknak.

Irodalom - References

BALOGH K., CSIGE I., HAKL J., HERTELENDI E., HUNYADI I. 1994: Litoszféra és hidroszféra; a geológiai környezet állapotának vizsgálata. – In: KOLTAY E. (ed.) Fejezetek a környezetfizikából. KLTE-ATOMKI Közös Fizikai Tanszék, Debrecen, 134–228.

BARRERA, E., HUBER, B.T. 1993: Eocene to Oligocene oceanography and temperatures in the Antarctic Indian Ocean. – *Antarctic Research Series*, **60**, 49–65.

BÁLDI-BEKE M. 1984: A dunántúli paleogén képződmények nannoplanktonja. – *Geologica Hungarica Series Paleontologica*, **43**, 1–107.

BERNHARDT, B., LANTOS, M., MÁRTON, P., BÁLDI-BEKE, M., HORVÁTH-KOLLÁNYI, K., KECSKEMÉTI, T. 1985: Magneto-and biostratigraphy of an Eocene sequence from borehole Somlóvásárhely-1. (SW Bakony Mts. Hungary). – *INA Newsletter*, **7**, 53–60.

BERNHARDT, B., BÁLDI-BEKE, M., LANTOS, M., HORVÁTH-KOLLÁNYI, K., MÁRTON, P. 1988: Eocene magneto- and biostratigraphy at Somlóvásárhely, Hungary. – *Acta Geologica Hungarica*, **31**, 33–52.

BOLLI, H.M. 1972: The genus Globigerinatheka Brönnimann. – *Journal of Foram. Res.* Vol. **2**, No. 3, 109–136.

BOLTOVSKOY, E., WRIGHT, R. 1976: Recent foraminifera. – Dr. W. Junk b.k. - Publishers, The Hague, 391 p.

ECKERT, H.R. 1963: Die obereozänen Globigerinen-Schiefer (Stadund Schimbergschiefer) zwischen Pilatus und Schrattenfluh. – *Eclogae Geol. Helv.*, **56**, 1001–1072.

EMRICH, K., EHHALT, D.H., VOGEL, J.C. 1970: Carbon isotope fractionation during the precipitation of calcium carbonate. – *Earth and Planetary Science Letter*, **8**, 363–371.

FONTUGNE, M.R., CALVERT, S.E. 1992: Late Pleistocene variability of the carbon isotopic composition of organic matter in the Eastern Mediterranean: Monitor of changes in carbon sources and atmospheric CO_2 concentrations. – *Paleoceanography*, **7**, 1–20.

FRIEDMAN, I., O'NEIL, J.R. 1977: Compilation of stable isotope fractionation factors of geochemical interest. – *In*: Data of Geochemistry 6th, Geol. Surv. Prof. Paper 440-KK.

HORVÁTH-KOLLÁNYI K 1983: Az ÉK-dunántúli terület eocén plankton Foraminifera zónái. – *Földtani Közlöny*, **113**, 225–236.

HORVÁTH-KOLLÁNYI K., NAGY-GELLAI Á. 1989: Foraminiferák paleobatimetrikus értékelése paleogén szelvényeknél. – *MÁFI Évi Jelentése 1988-ról*, 115–131.

ISRAELSON, C., BUCHARDT, B., FUNDER, S., HUBBERTON, H.W. 1994: Oxygen and carbon isotopic composition of Quaternary bivalve shells as a water mass indicator: Last interglacial and Holocene, East Greenland. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **111**, 119–134.

MURRAY, J.W. 1968: The living Foraminiferidae of Christchurch Harbour, England. – *Micropaleontology*, **14**, 83–96.

OBERHANSLI, H., MCKENZIE, J., TOUMARKINE, M.A., WEISSERT, H. 1984: Paleoclimatic and paleoceanographic record of the Paleogene in the Central South Atlantic (Leg 73, Sites 522, 523 and 524). – *Initial Report of the Deep Sea Drilling Project*, **73**, 737–748.

O'NEIL, J.R., CLAYTON, R.N., MAYEDA, T.K. 1969: Oxygen isotope fractionation in divalent metal carbonates. – *The Journal of Chemical Physics*, **51**, 5547–5558.

TANG, C.M., STOTT, L.D. 1993: Seasonal salinity changes during Mediterranean sapropel deposition 9000 years B.P.: Evidence from isotopic analysis of individual planktonic foraminifera. – *Paleoceanography*, **8**, 473–493.

TOUMARKINE, M., LUTERBACHER, H. 1985: Paleocene and Eocene planktic foraminifera. – *In:* PERCH-NIELSEN, K. (Eds): Plankton Stratigraphy. Cambridge Univ. Press, Cambridge 87–154

WILSON, T.R.S. 1975: Salinity and the major elements of sea water. – *In*: RILEY, J.P., SKIRROW, G. (Eds): Chemical Oceanography, Academic Press, London, Vol. **1**, 365–413.

A kézirat beérkezett: 1995. 12. 01

Földtani Közlöny 127/1-2, 127-144 (1997) Budapest

A meddő kőzetek ásványtani összetétele a Borsodi-medence egyes alsó-miocén barnakőszéntelepeiben

Mineralogy of barren rocks in Lower Miocene brown coal deposits of the Borsod Basin (N. Hungary)

VICZIÁN István[1] – BARNA Zsuzsanna[1] – FÖLDVÁRI Mária[1]

(4 ábra, 5 táblázat)

Key words: Lower Miocene, Borsod Basin (North Hungary), brown coal, clay mineralogy

Abstract

Detailed sampling was carried out in 14 coal seam profiles of 7 brown coal deposits in the North Hungarian Borsod Basin. The mineralogical analysis was part of a complex study aiming to reconstruct the paleo-environmental relations of the deposition of the Ottnangian coal sequence.

The samples and the < 2 μm fraction were analysed by X-ray diffraction. DTA-DTG methods were used to determine the organic carbon and total carbonate contents of the bulk samples and to characterise the water contents and absorbed cations in clay minerals.

The lower stratigraphic horizons within the coal sequence formations underlying or interbedding the coal seams consist predominantly of redeposited volcanogenic material. Volcanogenic components are derived from local sources such as from the Ottnangian "Gyulakeszi" rhyolite tuff and from the products of its terrestrial weathering, which form the base of coal sequence. The clay layers within the coal seams contain plagioclase, partly of high temperature modification, little clinoptilolite, much smectite, little illite and various amounts of kaolinite/smectite mixed-layers or disordered kaolinite. The transformation of the acid volcanic glass and feldspars into smectite and the subsequent transformation of smectite into kaolinite is accompanied by the production of silica. This precipitates in amorphous form or in the form of opal-CT, cristobalite or quartz and results in diatomaceous and silicified coal and barren rock layers. The barren rock layers in the coal seams contain little detrital quartz and are practically carbonate-free.

There are few bentonite layers in the coal seams derived of synchronous fallout of acid tuffs which can be followed in the neighbouring occurrences. These tuff layers are usually less kaolinised than the redeposited ones.

In the higher stratigraphic horizons and in the overlying formations of every coal seam, the dominant components of the rocks are terrigeneous clastic sediments. They contain detrital quartz, mixed-layer illite/smectites with high proportions of smectite (80 to 100%), detrital illite-2M, chlorite and kaolinite. The terrigeneous clastic rocks usually contain 10 to 20% carbonates (calcite+dolomite).

As shown by high smectite contents, disordered minerals and degree of coalification, no significant burial diagenesis or postdepositional thermal effect affected the coal deposits.

Manuscript received: 26. 05. 1996

[1] Magyar Állami Földtani Intézet, 1143 Budapest, Stefánia út 14.

Összefoglalás

A Borsodi-medencében 7 lelőhelyen összesen 14 szelvényben mintáztuk meg részletesen a barnakőszén-telepeket. A kőszénláp őskörnyezeti rekonstrukciója keretében műszeres ásványtani vizsgálatokat végeztünk a telepek fekü, fedő és közbetelepült meddő rétegein.

A teljes kőzetmintákat és a < 2 µm frakció anyagát röntgendiffrakciós módszerrel vizsgáltuk meg. Termikus elemzést csak a teljes kőzetmintákon végeztünk a szerves anyag és karbonát-tartalom, valamint az agyagásványok jellemzése céljából.

A kőszénösszleten belül a medencék alsó két telepe feküjében és közbetelepüléseiben uralkodó az ottnangi Gyulakeszi Riolittufa Formációból áthalmozott vulkanogén üledékanyag. Ezekben az agyag- és bentonit-rétegekben leggyakrabban magas-plagioklász, ritkábban káliföldpát, kevés klinoptilolit, sok szmektit, különböző mennyiségű kaolinit/szmektit vagy rendezetlen kaolinit található. Mind a savanyú vulkáni üveg szmektitesedése, mind a szmektit további kaolinosodása kovasav felszabadulásával jár, amely amorf formában, vagy opál-CT, cristobalit, vagy kvarc alakjában válik ki. Ennek következményei a diatomás és kovás rétegek (kőszenek stb). A telepek meddő kőzetei különben kevés törmelékes kvarcot tartalmaznak, és gyakorlatilag karbonátmentesek.

Van néhány bentonit-réteg a telepekben, amely a szomszéd lelőhelyek között is párhuzamosítható, ezek valószínűleg egyidejű tufahullás révén keletkeztek. Ezek a rétegek kevésbé kaolinosodtak, mint az áthalmozott anyagúak.

A vizsgált telepek magasabb rétegtani szintjeiben és általában minden telep fedőjében a terrigén törmelékes üledékanyag válik uralkodóvá. Ennek összetétele: törmelékes kvarc és földpát (alacsony-plagioklász), nagy (80–100%) szmektit-hányadú kevert rétegű illit/szmektit, törmelékes illit-2M, klorit és kaolinit. A terrigén törmelékes kőzetek rendszerint 10–20% karbonátot (kalcit+dolomit) tartalmaznak.

A nagy szmektit-tartalom, a rendezetlen szerkezetű ásványok és a szénülési fok azt mutatják, hogy az összletet nem érte jelentős betemetődési diagenezis vagy más hőhatás.

Bevezetés

A Borsodi-medence barnakőszéntelepeinek részletes őskörnyezeti vizsgálata 1988 és 1992 között folyt a Magyar Állami Földtani Intézetben. Ennek keretében műszeres ásványtani vizsgálatokat végeztünk a kőszéntelepek fekü, köztes meddő és fedő képződményein. Hét lelőhelyről összesen 14 mintavételi hely anyagát vizsgáltuk meg. A mintavétel és a gyűjtött minták elsődleges (terepi) leírása elsősorban PARTÉNYI Z. nevéhez fűződik. Az egyes lelőhelyek vizsgálati eredményeinek földtani értékeléséről külön részjelentések számolnak be, amelyek megadják az ásványos összetétel genetikai típusát, és kisebb távolságú, az egyes mintavételi helyek közötti, vagy a szomszédos lelőhellyel való korrelációkat is megállapítanak.

A terület földtani viszonyait a kutatási program keretében RADÓCZ (1993a, b) foglalta össze. A program keretében vizsgált minták helyét RADÓCZ 1993 évi első (a) összefoglalásában térkép jelzi, a második kéziratos jelentésében (b) pedig ábrázolja a kőszéntelepek rétegtani helyzetét is. Az egyes módszerek közül csak néhányan publikálták az eredményeket, így a szénkőzettani (HÁMOR-VIDÓ 1992, 1993a, b), valamint a paleobotanikai részt (NAGY & RÁKOSI 1993). A láprekonstrukció módszereit és eredményeit BOHNNÉ HAVAS foglalta össze (1992), valamint ismertette nyomtatásban (1993a).

A Földtani Társulatban többször volt beszámoló a projektről, így 1992. június 12-én a salgóbányai vándorgyűlésen, 1992. október 29-én Miskolcon, valamint

az 1996. január 29-én Budapesten rendezett ankéton. Az eredményeket részben bemutattuk nemzetközi rendezvényen is (BOHN-HAVAS et al. 1995; Viczián 1996).

A kutatási program eredményei beépültek BOHNNÉ HAVAS kandidátusi téziseibe (1993b) és HÁMORNÉ VIDÓ doktori értekezésébe (1994).

Vizsgálati módszerek

A lehetőleg kis szerves anyag tartalmú, általában agyagos-márgás megjelenésű mintákat először makroszkóposan leírtuk. A teljes kőzetmintákat röntgendiffrakciós és termikus módszerrel elemeztük meg. A vizsgálatokat nehezítette a bonyolult fázisösszetétel, a rendezetlen szerkezetű agyagásványok, a két- (sőt három-) féle amorf anyag (szén, vulkáni üveg és esetenként amorf kovasav) lehetséges együttes jelenléte. A teljes kőzet röntgenvizsgálatánál, az agyagásványok szokásosnál gyengébb intenzitású bázisreflexiói miatt, mennyiségüket könnyen alábecsültük. A kvantitatív elemzés pontosságát a termikus módszerrel való összehasonlítás javította. A termikus elemzésből vettük át az össz-karbonát mennyiségét, amit a röntgen-vonalak alapján osztottunk el az egyes karbonát-fázisok között.

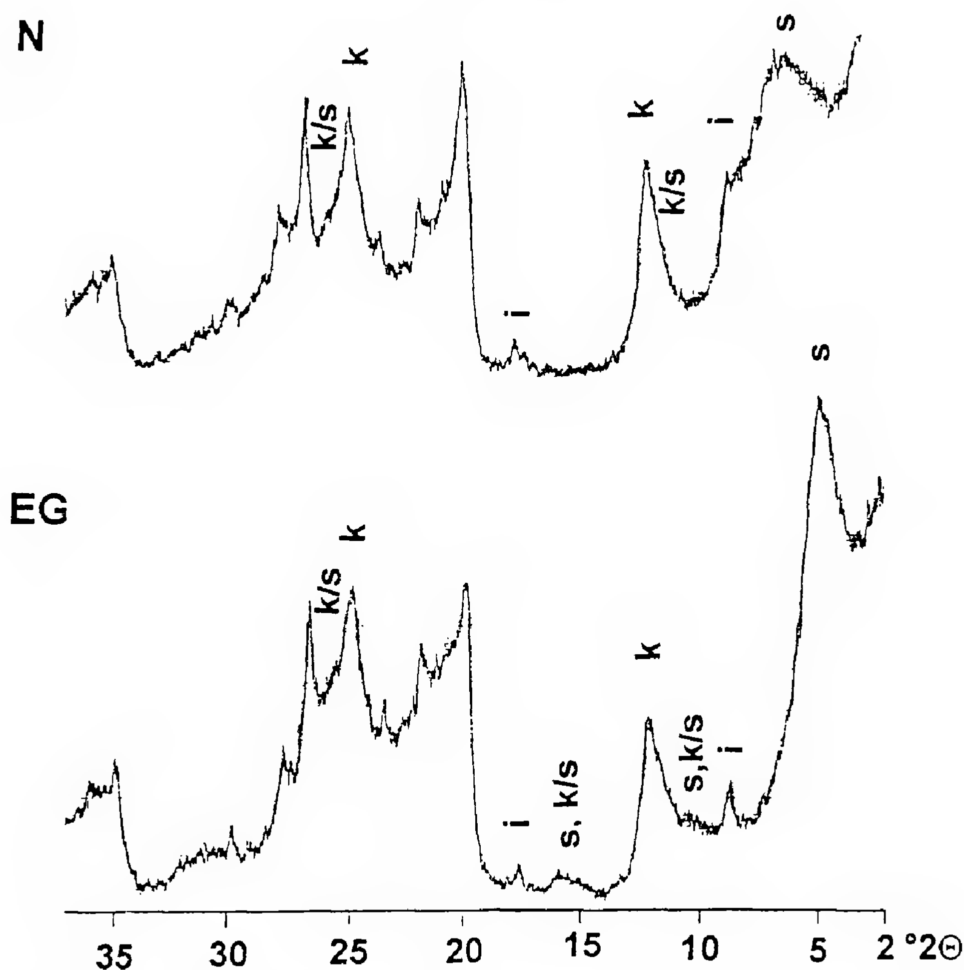
A másik adat, amit a termikus elemzésből határoztunk meg, a szerves anyag mennyisége volt. A szerves anyag kb. 15% felett viszont már zavarja az agyagásványok termikus módszerrel való meghatározását, mert az agyagásványok OH-vesztését is fedi a szerves anyag égési reakciója, valamint az agyagásványokon és a szerves anyagon adszorbeálódott tapadóvíz összeadódik. Kb. 20% szerves anyag fölött nem ég el a hevítés során a teljes szervesanyag mennyiség, tehát a valóságos mennyiség nagyobb lesz, mint a meghatározott. Ezeket az eseteket a 2–4. *ábrákon* a nagyobb %-ok felé mutató vízszintes nyíllal ábrázoltuk.

Az amorf anyag össz-mennyiségét RISCHÁK (1989) módszerével becsültük a röntgen-diagramon az alapvonal-megemelkedés mértéke alapján.

A <2 µm frakciót ülepítéssel választottuk le a MÁFI Szediment-laboratóriumában. A karbonátokat 3% HCl-es kezeléssel oldottuk ki. Az ülepítéshez stabilizálószernek igen híg NH_4OH oldatot használtunk (72 ml NH_4OH/100 l deszt. víz). A leválasztott mintákról csak röntgenvizsgálat készült, orientált preparátumokon, kezeletlen és etilénglikollal kezelt állapotban. Ezeken a preparátumokon csak az agyagásványok egymáshoz viszonyított arányát határoztuk meg a bázisreflexiók összehasonlítása segítségével. A rosszul kristályosodott kaolinit és az esetleges kaolinit/szmektit kevert szerkezet mennyiségét együtt adtuk meg.

Eredmények

Az egyes részterületekre vonatkozó műszeres ásványtani vizsgálatok eredményeit az 1–5. *táblázatokon* összegeztük. Igyekeztünk félkvantitatív formában megfogalmazni a számszerű eredmények általánosítható következményeit.



1. ábra. Kaolinit/szmektit kevert szerkezetet tartalmazó minta röntgendiffrakciós felvételei. Zöldesszürke, szerves festődésű, széntörmelékes agyag, Vadna II. sz. külfejtés, V. telep feküje, 1. sz. minta. N: kezeletlen, EG: etilénglikollal kezelt, <2 μm alatti frakcióról készült felvételek. Az agyagásványok bázisreflexióinak rövidítései: s: szmektit, i: illit, k: kaolinit, k/s: kaolinit/szmektit (kb. 40:60, THIRY et al. 1991 ábrájával összehasonlítva)

Fig. 1. X-ray diffraction pattern of a sample containing mixed-layer kaolinite/smectite. Greenish-gray clay with coal debris and disperse organic matter. Locality: open pit No. II at Vadna, base of the coal seam No. V, sample No. 1. N: untreated, EG: treated with ethylene glycol, <2 μm fraction. Abbreviations of the basal reflections of clay minerals: s: smectite, i: illite, k: kaolinite, k/s: kaolinite/smectite (cca. 40:60, determined by comparison with the figures of THIRY et al. 1991)

A táblázatok hasonló szerkezetűek, mindegyik kb. Ny-ról K felé haladva sorolja fel a lelőhelyeket. Külön oszlopban szerepelnek egy lelőhelyen belül is az egyes mintavételi helyek. (Lyukóbányán a 4. sz. mintavételi helyet tettük előre, mert ez felel meg legjobban a földrajzi elhelyezkedésnek.) Mivel a lelőhelyek

két részmedencében, a Ny-Borsodi- és a K-Borsodi-medencében találhatók, ezeket a medencerészeket is feltüntettük. A táblázat tartalmazza a széntelepek számozását is, külön-külön a két medencerészben. A K-Borsodi-medencében az V., IV. és II. telepet vizsgáltuk, a Ny-Borsodi-medencében a III. és a II. telepet. Egy-egy mintavételi helyen csak egy telepből származnak az általunk vizsgált minták. A táblázatban az egyes telepek szelvényén belül alul a feküt, középen a köztes meddő rétegeket, felül a fedő összetételét ábrázoltuk, ezeket vízszintes vonal választja el.

A hasonló ásványtani összetétel, makroszkópos megjelenés és települési helyzet alapján egymással párhuzamba állítható mintákat szaggatott vízszintes vonallal kötöttük össze.

Az üledékanyag jellege

Az 1. *táblázat* tulajdonképpen a további táblázatokban részletezett adatok összefoglalása, amelyben vulkanogén és terrigén törmelékes ásvány-együtteseket, ill. ezek különböző arányú keverékeit állapítjuk meg.

A bontott **savanyú-intermedier vulkanogén** üledékanyagra a következő ásványok együttese jellemző:

sok szmektit,
kaolinit/szmektit kevert szerkezet,
rosszul kristályosodott kaolinit és illit,
esetenként biotit, vulkáni üveg (0–10%), magas-plagioklász, opál-CT és cristobalit.

A **terrigén törmelékes** üledékanyagra a következő ásványok együttese jellemző:

illit/szmektit szabálytalan kevert szerkezet (szmektit-hányad: kb. 80–100%),
illit-2M (jól kristályosodott),
klorit (jól kristályosodott),
kalcit, dolomit (5–10%).

Külön feltüntettük, ha az így jellemzett ásvány-együttes **kaolinosan mállott**.

A duzzadó agyagásványok típusa

A 2. *táblázat* a kaolinit mellett a másik fő agyagásvány-csoport, a duzzadó agyagásványok típusait tünteti fel. Leggyakoribbak a szmektitek, amelyek a savanyú, esetleg andezites vulkáni anyag átalakulási termékei. A kaolinit egyes mintákban olyan rendezetlen, és a szmektit felé elhúzódó bázisreflexiójú, hogy kaolinit/szmektit kevert szerkezetnek tekinthető (*1. ábra*). Ezek a minták mutatják a szmektit kaolinosodásának átmeneti fokozatait. Végül vannak olyan minták, amelyekre nem a tiszta szmektit, hanem a nagy szmektit-tartalmú illit/szmektit kevert szerkezet jellemző. Ezek a terrigén törmelékes kőzetek. A farkaslyuki szelvény adatai erről a táblázatról hiányzanak. Ennek az az oka, hogy innen csak a teljes kőzetet vizsgáltuk, a <2 μm frakciót nem.

I. táblázat – *Table I*

Az ásvány-asszociáció genetikai típusai
Genetic types of mineral assemblages

Ny-Borsodi-medence / *W. Borsod Basin*

telep sz. *Seam No.*	Farkaslyuk 1	Mocsolyás-akna 1	Mocsolyás-akna 2	Mocsolyás-akna 3
fedő	T------	-T(?)		
II.	V------	VK---	----------	-VK
				VTK
	V------	V---	----------	-V
		(VT)K-	----------	(VT)K
	T	VT---	----------	-VT
fekü				
fedő			V	
III.			V(T)K	
			T	
fekü			V(T)	

K-Borsodi-medence / *E. Borsod Basin*

telep sz. *Seam No.*	Vadna II. külf. 1	Feketevölgy I. akna 1	Feketevölgy I. akna 2	Szeles IV.akn. 1	Edelény IV. akna 1	Edelény IV. akna 2	Lyukóbánya 4	Lyukóbánya 1	Lyukóbánya 2	Lyukóbánya 3
fedő					T------	T				
II.										
fekü					V(T)--	V,T(V)				
fedő				T------	----------	----------	T(V)--	T(V)--	T(V)--	T(V)
IV.							V(T)K			
				V------	----------	----------	----------	----------	V------	V
				VK						
				V(T)K-	----------	----------	V(T)K	----------	V(T)K	-V(T)K
				V(T)K-	----------	----------	----------	V(T)K-	V(T)K	
fekü							V------	----------	----------	-V(T)
fedő	T------	T(V)--	T(V)							
V.			V(ép)							
	VK----	V(T)K-	-V(T)K							
		V------	V							
fekü	VK									

T: terrigén törmelékes, **V**: vulkanogén, **K**: kaolinosan mállott, **ép**: alig mállott, **( )**: alárendelt mennyiségben
T: *terrigeneous, detrital,* **V**: *volcanogenic,* **K**: *kaolinitic weathering,* **ép**: *unweathered,* **( )**: *in minor amounts*

A duzzadó agyagásvány jellege
Type of expanding clay minerals

II. táblázat – Table II

Ny-Borsodi-medence / *W. Borsod Basin*

telep sz. *Seam No.*	Farkaslyuk 1	Mocsolyás-akna 1	Mocsolyás-akna 2	Mocsolyás-akna 3
II. fedő				
II.		s		s
II.				k/s
II.		s		s
II.		k/s		k/s
II. fekü		s		s
III. fedő			k/s	
III.			s	
III.			s	
III. fekü			s	

K-Borsodi-medence / *E. Borsod Basin*

telep sz. *Seam No.*	Vadna II. külf. 1	Feketevölgy I. akna 1	Feketevölgy I. akna 2	Szeles IV.akn. 1	Edelény IV. akna 1	Edelény IV. akna 2	Lyukóbánya 4	Lyukóbánya 1	Lyukóbánya 2	Lyukóbánya 3
II. fedő					i/s	i/s				
II.										
II. fekü					s	s				
IV. fedő				i/s			i/s	i/s	i/s	i/s
IV.							k/s			
IV.				s					s	s
IV.				s						
IV.				k/s			k/s		s	i/s
IV. fekü				k/s				i/s	k/s	
IV. fekü							s			s
V. fedő	i/s	i/s	i/s							
V.	k/s	k/s	k/s							
V.		s	s							
V. fekü	k/s									

s: szmektit, **i/s**: illit/szmektit, **k/s**: kaolinit/szmektit
s: *smectite*, **i/s**: *illite/smectite*, **k/s**: *kaolinite/smectite*

A minták földpát és zeolit tartalma

A 3. *táblázat* a minták földpát- és esetleges zeolit-tartalmát mutatja be. A földpát legtöbbször plagioklász, ritkábban és kisebb mennyiségben káliföldpát is megjelenik. A plagioklász egy kivételtől eltekintve (Feketevölgy 2. sz. mintavételi hely, V. telep, 16. réteg 28. sz. minta) csak kis mennységben fordul elő. Ez az oka, hogy nem mindig lehetett meghatározni termális állapotát. Ahol ez sikerült, a plagioklász mindig magas hőmérsékletű módosulat volt, de ahol nincs a "magas"-plagioklász feltüntetve, még nem jelenti azt, hogy biztosan "alacsony"-plagioklász van a mintában, csak azt, hogy nem lehetett meghatározni. A magas-plagioklász a vulkanogén, az alacsony-plagioklász a terrigéntörmelékes összetételre jellemző.

A zeolitokat csak a klinoptilolit képviseli elvétve a K-borsodi V. és a Ny-borsodi III. telepben.

SiO_2-változatok

A 4. *táblázat* az SiO_2-változatokat, a kova-ásványokat tünteti fel. Kvarc minden mintában jelen van, így azt nem ábrázoltuk a táblázatban, csak a K-borsodi V. telepben, ahol a kovásodott kőszenekben mennyisége meghaladta az 50%-ot. Hasonló lehet a Ny-borsodi, farkaslyuki II. telepből való minták egy része is, de ezekről nem készült röntgenvizsgálat, és csak a makroszkóposan megfigyelt kovásodás tényét rögzítettük ezeken a mintákon. A vulkanogén anyagú minták kevesebb kvarcot tartalmaznak, mint a terrigén törmelékes kőzetek, vulkanogén eredetű homokkövekben és aleuritokban is 10% alatt marad a kvarc.

A kvarcon kívül opál-CT és cristobalit fordult elő, ezek tulajdonképpen egymásba átmennek. Opál-CT-nek a kb. 22 $^{o}2\Theta$-nál szélesebb, cristobalitnak az éles csúcsot adó változatokat neveztük. A minták párhuzamosítása (pl. a K-borsodi IV. telepben) azt mutatja, hogy az egyik helyen opál-CT-t a másik helyen cristobalitot találunk ugyanabban a rétegben, tehát a kristályossági foknak ezek a különbségei a helyi viszonyoktól függnek.

A mikromineralógiai-vizsgálatok (RAVASZNÉ BARANYAI 1992) rendszeresen kimutattak horzsakövet és más üveges, savanyú vulkáni elegyrészeket. Az amorf és félig amorf kovaváltozatok gyakorisága a savanyú vulkáni üveg szmektitté bomlásával, valamint a szmektit kaolinitté való átalakulásával lehet kapcsolatban. A szmektit-kovasav asszociáció több helyről, pl. a Tokaji-hegységből jól ismert (NEMECZ & VARJU 1973). LIPPMANN (1981) szerint mind a földpát szmektitesedése és kaolinitesedése, mind a szmektit kaolinitesedése kovasav felszabadulásával jár. A felszabaduló kovasav egy része biogén úton válik ki, amit néhány helyen a diatomák elszaporodása is mutat.

Karbonát-ásványok

Az 5. *táblázat* a karbonát-ásványok eloszlását ábrázolja. Feltűnő a széntelepek karbonát-szegénysége, a minták nagy része egyáltalán nem tartalmaz karboná-

Földpát és zeolit
Feldspar and zeolite

III. táblázat – Table III

Ny-Borsodi-medence / *W. Borsod Basin*

telep sz. *Seam No.*	Farkaslyuk 1	Mocsolyás-akna 1	Mocsolyás-akna 2	Mocsolyás-akna 3
fedő	pl---	---pl		
II.	(kf)---	---pl---	---	---kf,pl
				pl
	(kf)---	---pl---	---	---kf
		Ø---	---	---Ø
fekü	pl---	---(kf),pl---	---	---(kf),pl
fedő			kf,pl	
III.			pl,(kpt) (kf),pl kf,pl	
fekü			kf,pl	

K-Borsodi-medence / *E. Borsod Basin*

telep sz. *Seam No.*	Vadna II. külf. 1	Feketevölgy I. akna 1	Feketevölgy I. akna 2	Szeles IV.akn. 1	Edelény IV. akna 1	Edelény IV. akna 2	Lyukóbánya 4	Lyukóbánya 1	Lyukóbánya 2	Lyukóbánya 3
fedő					pl---	---pl				
II.										
fekü					kf,pl---	---pl				
fedő				pl---	---	---	---pl---	---pl---	---pl---	---pl
IV.							pl			
				mpl---	---	---	---	---mpl---	---mpl---	---mpl
				pl						
				(pl)---	---	---	---pl---	---mpl---	---mpl---	---mpl
fekü				(pl)---	---	---	---	---mpl---	---pl	
							mpl---	---	---	---mpl
fedő	pl---	---(kf),pl---	---pl							
V.	Ø---	---Ø---	---Ø							
			mpl							
	kf,pl---	---(pl)---	---(kf),pl							
			kpt							
		(pl)---	---pl							
fekü	(kf),pl									

kf: kálifoldpát, **pl**: plagioklász, **mpl**: magas-plagioklász, **kpt**: klinoptilolit, **( )**: kevés, kb. < 3 %, **Ø**: nincs földpát, zeolit
kf: *K-feldspar*, **pl**:*plagioclase*, **mpl**: *high plagioclase*, **kpt**: *clinoptilolite*, **( )**: *in low amounts, cca. <3 %*, **Ø**: *no fp., zeol.*

Kova-ásványok
Silica minerals

IV. táblázat – Table IV

Ny-Borsodi-medence *W. Borsod Basin*				
telep sz. *Seam No.*	Farkaslyuk 1	Mocsolyás-akna 1	Mocsolyás-akna 2	Mocsolyás-akna 3
fedő	Ø	Ø		
II.	kov. Ø------ kov.---	Ø------ cr------ Ø------	------ ------ ------	Ø cr cr Ø
fekü	cr,Ø	Ø		cr
fedő			cr,Ø	
III.			Ø	
fekü			Ø	

K-Borsodi-medence *E. Borsod Basin*										
telep sz. *Seam No.*	Vadna II. külf. 1	Feketevölgy I. akna 1	Feketevölgy I. akna 2	Szeles IV.akn. 1	Edelény IV. akna 1	Edelény IV. akna 2	Lyukóbánya 4	Lyukóbánya 1	Lyukóbánya 2	Lyukóbánya 3
fedő					Ø------	Ø				
II.										
fekü					Ø------	tr?				
fedő				Ø			oCT--	oCT---	oCT--	oCT
IV.				cr------ oCT oCT---	------ ------	------ ------	------ cr------	oCT-- oCT---	cr----- cr-----	oCT oCT
fekü				oCT---	------	------	oCT-- Ø	(oCT)--	Ø-----	Ø oCT,cr
fedő	oCT--	oCT	Ø							
V.	Q----- Ø------	Q,oCT- cr,Ø--- cr------	Q,oCT Ø oCT,cr cr							
fekü	Ø									

oCT: opál-CT, cr: cristobalit, tr?: tridimit?, Q: kvarc>50 %, kov.: kovásodás, ( ): kevés, Ø: nincs oCT, cr, tr

oCT: *opal-CT*, cr: *cristobalite*, tr?: *tridimite?*, Q: *quartz>50 %*, kov.: *silicification*, ( ): *in low amounts*, Ø: *no* oCT, cr, tr

Karbonát-ásványok
Carbonate minerals

V. táblázat – Table V

Ny-Borsodi-medence / *W. Borsod Basin*

telep sz. *Seam No.*	Farkaslyuk 1	Mocsolyás-akna 1	Mocsolyás-akna 2	Mocsolyás-akna 3
fedő	CD	Ø		
II.	Ø (C)	Ø Ø Ø		(D) Ø Ø Ø
fekü	D	Ø		D
fedő			Ø	
III.			Ø Ø	
fekü			Ø	

K-Borsodi-medence / *E. Borsod Basin*

telep sz. *Seam No.*	Vadna II. külf. 1	Feketevölgy I. akna 1	Feketevölgy I. akna 2	Szeles IV.akn. 1	Edelény IV. akna 1	Edelény IV. akna 2	Lyukóbánya 4	Lyukóbánya 1	Lyukóbánya 2	Lyukóbánya 3
fedő					CD	CD				
II.										
fekü					(SZ?)	CD				
fedő				CDSZ A			CD ACD	CD AC	CD ACD	CD
IV.				Ø (C) C			Ø	Ø	(C) Ø	Ø (C) Ø
fekü				Ø			(C)	Ø	Ø	C
fedő	CD	CD	CD							
V.	Ø Ø	Ø Ø Ø	Ø Ø Ø Ø							
fekü	Ø									

C: kalcit, D: dolomit, Sz: sziderit, A: aragonit, ( ): <2 %, Ø: nincs karbonát
C: *calcite*, D: *dolomite*, Sz: *siderite*, A: *aragonite*, ( ): <2 %, Ø: *no carbonate*

tot. A kalcit és a dolomit közel egyenlő mennyiségben (5–10%) törmelékes eredetű, az aragonit a kagylóhéjak anyaga, és a lumasellás rétegekben jelenik meg.

Telepenkénti értékelés

A K-borsodi terület egy-egy telepének jellegzetes szelvényét a 2–4. *ábrák* mutatják be. Az ábrákon feltüntettük a földtani szelvényt a mintavételi szakaszokkal, a szerves anyag mennyiségét a termikus, a karbonátok mennyiségét a termikus és röntgenvizsgálatok alapján, mindkettőt a teljes kőzetmintában. Az utolsó oszlop az agyagásványoknak a <2 µm frakcióban való megoszlását ábrázolja a röntgenvizsgálat alapján.

Ny-borsodi III. telep, K-borsodi V. telep (2. ábra)

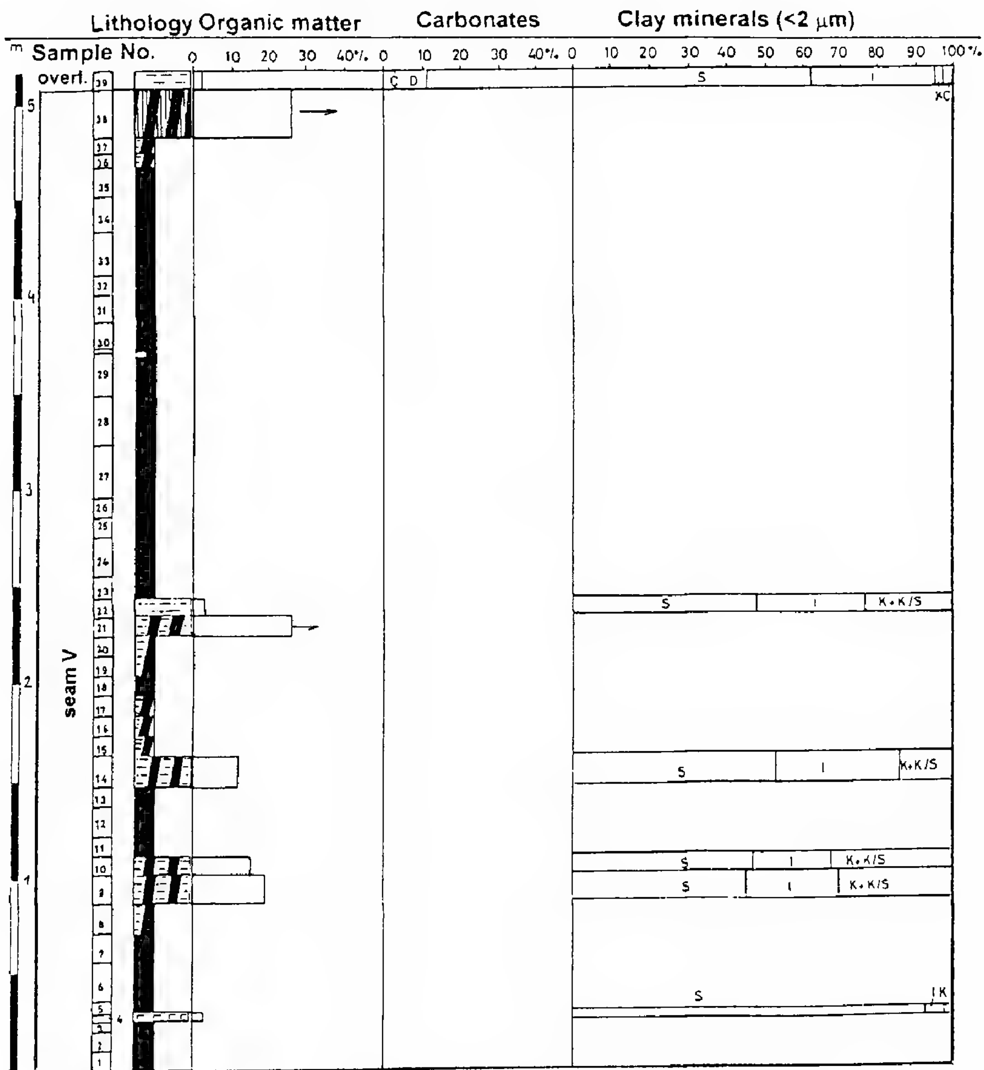
A földtani leírás szerint a kőszéntelepes összlet feküje az ún. "alsó riolittufa" és felette a tufa szárazföldön áthalmozódott anyaga (RADÓCZ 1993a). Ennek megfelelően a legalsó kőszéntelep feküje, a kőszéntelepben közvetlenül a fekü felett következő meddő betelepülés, valamint a többi betelepülés nagy része is tisztán, vagy majdnem tisztán vulkanogén eredetű. Ez utóbbiakban a vulkanogén eredetre utal a klinoptilolit időnkénti megjelenése is. Mocsolyás-akna 2. sz. mintavételi helyen a fedő is még tisztán vulkanogén eredetű, de közvetlenül alatta a legfelső meddő betelepülés is majdnem teljesen az.

RAVASZNÉ BARANYAI (in BOHNNÉ HAVAS et al. 1992) mikromineralógiai vizsgálattal megállapította, hogy ezekben a legalsó telepekben a vulkanogén üledékanyagban nemcsak riolitos, hanem andezites összetételű komponens is van, amelynek mennyisége párhuzamosan változik a metamorf eredetű nehézásvány-együttes mennyiségével (Mocsolyás-akna 2. sz. mintavételi hely, Vadna II. külfejtés). Ez az andezites anyag a metamorf eredetűvel együtt távolabbi lehordási területről származhat, és a felső-eocén andezitvulkanizmus, vagy a középső-oligocén kiscelli agyag lepusztulási terméke lehet, amelyben ismertek andezittufás közbetelepülések.

A vulkanogén anyag különböző mértékben mállott. A Feketevölgy I. akna 2. sz. mintavételi helyén a telep felső harmadában van egy vékony, teljesen ép, sok magas-plagioklászt tartalmazó tufás betelepülés.

A kevéssé kaolinosodott tufás anyag is általában bontott: jellegzetes agyagásványa a szmektit. Az erősebben kaolinosodott minták jellegzetes duzzadó ásványa a kaolinit/szmektit kevert szerkezet. A K-borsodi V. telep alsó szakaszán több kaolinos közbetelepülés is van. A vadnai II. sz. külfejtésben már a fekü is erősen kaolinos.

A K-borsodi V. telepben a közvetlenül a fedő alatt erős kovásodás figyelhető meg (Vadna, Feketevölgy). Különben az opál-CT vagy a cristobalit kis mennyiségben általában megtalálható.

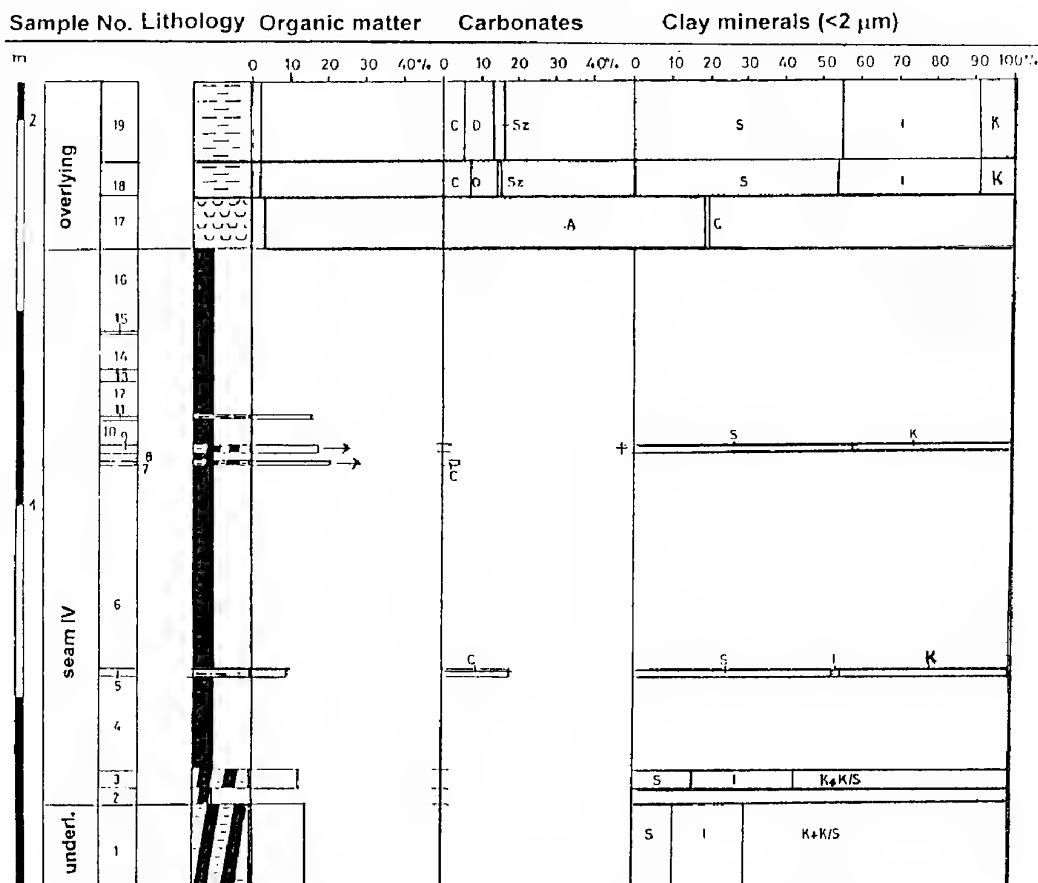


2. *ábra.* A Kelet-borsodi V. telep egy jellegzetes szelvénye. Feketevölgy I. akna (Felsőnyárád-Sajókaza), 1. sz. mintavételi hely. Az ásványok betűjeleit és a kőzetjelek jelmagyarázatát lásd a 4. ábránál

Fig. 2. Typical section of coal seam No. V of the East Borsod Basin. Locality: Feketevölgy, shaft No. I (Felsőnyárád-Sajókaza), sampling site No. 1. Abbreviations of minerals and legend of rock symbols see at Fig. 4.

A K-borsodi V. telep fedője kivételével a fekü és a meddő betelepülések gyakorlatilag karbonát-mentesek, ami azt mutatja, hogy nem voltak karbonátos kőzetek az aljzatban.

A K-borsodi V. telep fedője a fekü és köztes képződményekkel ellentétben terrigén törmelékes eredetű, amire bizonyos mennyiségű törmelékes plagioklász, illit/szmektit kevert szerkezetű duzzadó agyagásvány, valamint kb. egyen-



3. ábra. A Kelet-borsodi IV. telep egy jellegzetes szelvénye. Szeles IV. lejtősakna (Múcsony), 1. sz. mintavételi hely. Az ásványok betűjeleit és a kőzetjelek jelmagyarázatát lásd a 4. ábránál

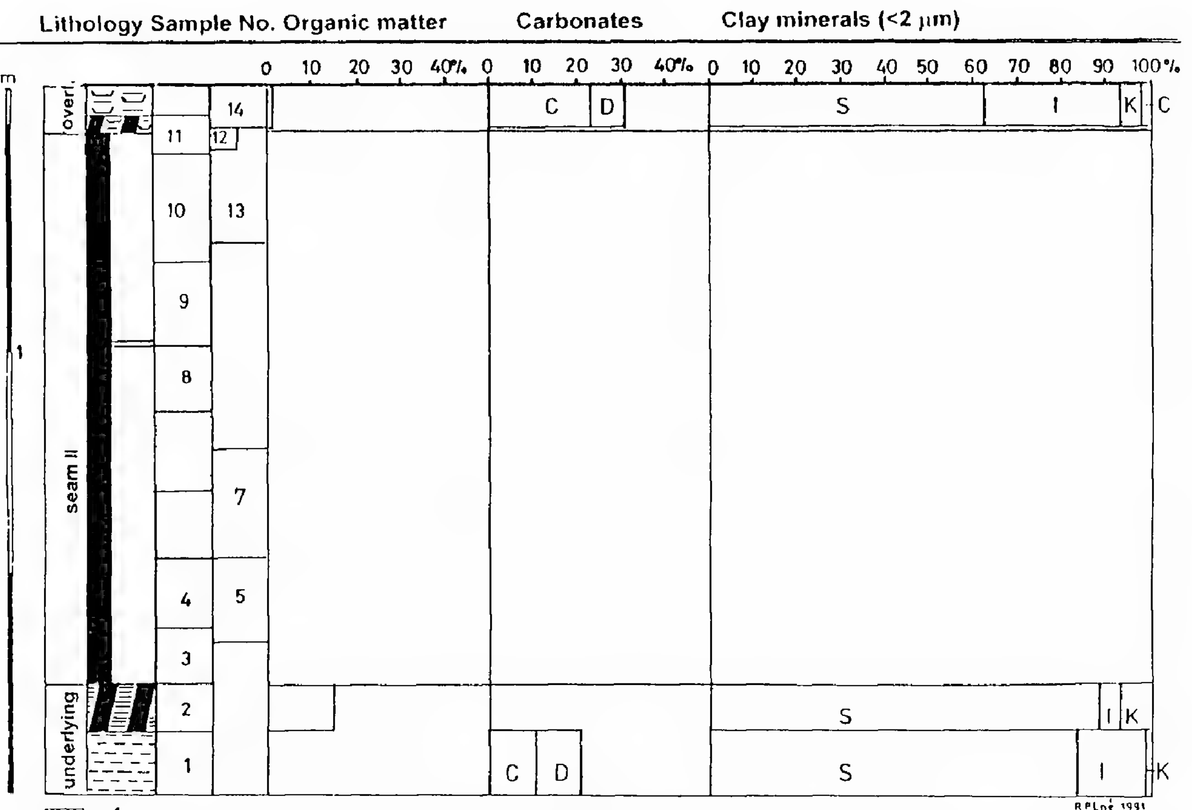
Fig. 3. Typical section of coal seam No. IV of the East Borsod Basin. Locality: Szeles, oblique shaft No. IV (Múcsony), sampling site No. 1. Abbreviations of minerals and legend of rock symbols see at Fig. 4.

lő mennyiségű kalcit és dolomit jellemző. Ez a fedő képződmény már a transzgresszió megindulásáról tanúskodik, és távolabbi eredetű, nem közvetlenül a helyi partszegélyről származó üledékanyagot jelez.

Ny-borsodi II. telep, K-borsodi IV. telep (3. ábra)

A két telepet együtt tárgyaljuk, bár azonosságuk nem igazolódott (RADÓCZ 1993b).

Lyukóbányán a IV. telep szárazföldi mállás által érintett riolittufás felszínre települ. Itt a vizsgált fekü alsóbb mintái még tisztábban vulkanogén jellegűek, ez a tufás fekü azonban már nem az "alsó riolittufa". Ezen a területen általában a fúrások sem hatoltak le az alsó riolittufáig, miután itt az alsó (V.) telep nem műrevaló (RADÓCZ 1988). Különben a fekü és a kőszéntelep alsó részében levő



4. ábra. A Kelet-borsodi II. telep egy jellegzetes szelvénye. Edelény IV. akna, 2. sz. mintavételi hely. Ásványok rövidítései: C: kalcit, D: dolomit, Sz: sziderit, A: aragonit, S: szmektit, I: illit, K: kaolinit, K/S: kaolinit/szmektit kevert szerkezet, C: klorit. A kőzetjelek jelmagyarázata: 1: agyag, 2: aleurit, 3: homok, 4: bentonit, 5: szenes kőzet, 6: kovásodás, 7: lumasella, 8: barnakőszén, 9: magas-plagioklász

Fig. 4. Typical section of coal seam No. II of the East Borsod Basin. Locality: Edelény, shaft No. IV, sampling site No. 2. Abbreviations of minerals: C: calcite, D: dolomite, Sz: siderite, A: aragonite, S: smectite, I: illite, K: kaolinite, K/S: mixed-layer kaolinite/smectite, C: chlorite. Legend of rock symbols: 1: clay, 2: silt, 3: sand, 4: bentonite, 5: coal-bearing rock, 6: silification, 7: mollusc shells, 8: brown coal, 9: high plagioclase

betelepülések tartalmaznak terrigén törmelékes üledékanyagot is. A Ny-borsodi területen a II. telep feküje részben, míg fedője elsősorban terrigén törmelékes eredetű üledékanyagot tartalmaz.

A vizsgált Ny-borsodi II. telepben két jól követhető tufás szint van, hasonlóan, mint a K-borsodi IV. telepben, a Szeles IV. sz. aknában, ezek szmektitet tartalmaznak. A legjobban követhető a felső tufás szint, mind a nyugati, mind a keleti medencerészben, Lyukóbányán is mind a 4 mintavételi helyen. Ezekben a tufás betelepülésekben, valamint a feküben is, a magas-plagioklász legtöbbször jól azonosítható volt. A tufás betelepülések a fenti tulajdonságok alapján egyidejű tufaszórások eredményei lehetnek. Egyébként a borsodi telepekhez általában kapcsolódnak tufás rétegek (RADÓCZ 1993b).

A kaolinos mállás az említett két tufaszórás termékeit kivéve általában erős. A K-borsodi szeles-aknai és lyukóbányai szelvényekről részletes szénkőzettani értékelés készült (HÁMOR-VIDÓ 1992). Ennek őskörnyezeti következtetéseivel összevetve azt látjuk, hogy a felső, kevéssé mállott tufás szint a medence belseje felé sekélylápi környezetben, a medenceperemhez közelebb a sekélyláp és a láperdő határán ülepedett le. A közvetlen fekü nyíltvízi környezetben, míg a legalsó meddő betelepülések sekélylápi, majd láperdei környezetben ülepedtek le. Úgy látszik tehát, hogy a leülepedés környezete nincs közvetlenül összefüggésben a kaolinosodás mértékével, az már a lehordási területen, a széntelep képződését megelőző időben megindulhatott.

Az opál-CT és a cristobalit kis mennyiségben általánosan elterjedt. Farkaslyukon két szintben erős kovásodás van.

A fekü és a közbetelepülések gyakorlatilag karbonátmentesek.

A fedő az újabb transzgresszió eredményeképpen ismét terrigén törmelékes, törmelékes plagioklászt, illit/szmektitet, valamint kalcitot és dolomitot tartalmaz. Jellegzetes közvetlenül a fenti típusú fedő alatt a K-borsodi medencerészben Szeles-aknán és Lyukóbányán is egy sok kagylóhéjat tartalmazó lumasella-réteg megjelenése. Ebben a nagy aragonit-tartalom a kagylóhéjakban van. HÁMOR-VIDÓ (1992) és BOHNNÉ HAVAS (1993a) őskörnyezeti értékelése szerint ezek a fedő képződmények már csökkentsósvízi lagunában rakódtak le.

K-borsodi II. telep (4. ábra)

Ebből a telepből csak az Edelény IV. aknából két mintavételi helyről van vizsgálatunk. Itt a kőszén alig tartalmaz meddő közbetelepülést, ezért csak a fekü és fedő képződményekről van adatunk. A feküben még van egy túlnyomórészt vulkanogén anyagú réteg, de a 2. sz. mintavételi helyen ez alatt is terrigén törmelékes anyag található. A fedő is ilyen. A terrigén törmelékes üledékanyagra itt is a törmelékes plagioklász, az illit/szmektit, valamint a kalcit és a dolomit jellemző. Érdekes, hogy egy kérdéses tridimit kivételével itt már eltűnnek az alsóbb telepekre jellemző kova-ásványok, ami szintén a vulkanogén üledékanyag háttérbe szorulását és a transzgresszióval együttjáró terrigén törmelékes üledékanyag térhódítását mutatja.

Következtetések

1. A kőszéntelepek feküjében és alsó közbetelepüléseiben a savanyú vulkanogén anyag az uralkodó. Felfelé a vulkanogén üledékanyag mennyisége valamit csökken.
2. A kőszéntelepek fedőjében a terrigén törmelékes üledékanyag a jellemző.
3. A vulkáni anyag egy kivételtől eltekintve szmektitesen mállott, majd ez a szmektitesen mállott vulkanogén anyag különböző mértékben tovább kaolinosodott. E folyamatokat amorf és kristályos kova-ásványok kiválása kíséri.
4. A széntelepek meddője szinte teljesen karbonátmentes, csak a fedőben található lumasellás réteg, valamint általában mindenhol a fedőben 10–20% kalcit+dolomit. A legvastagabb lumasella rétegek a K-borsodi IV. telep fedőjében települnek.
5. A meddő betelepülések az egyes részmedencéken belül ásványtani összetételük alapján viszonylag jól párhuzamosíthatók az egyes lelőhelyek között.

Irodalom – References

BOHNNÉ HAVAS M. et al. 1992: Partszegélyi üledékfelhalmozódások őskörnyezeti viszonyai (Borsodi Kőszénláp). Kézirat, MGSZ Adattár, Budapest, 129 p.

BOHNNÉ HAVAS M. 1993a: Láprekonstrukciós módszerek és kutatási módszereik. – In: "Észak-magyarországi földtani kutatások újabb eredményei" 1–9. Miskolci Egyetem.

BOHNNÉ HAVAS M. 1993b: Magyarországi miocén molluszkák biosztratigráfiai és őskörnyezeti viszonyainak vizsgálata. – Összefoglaló kandidátusi tézisek, Budapest, 14 p.

BOHN-HAVAS, M., NAGY, E., RADÓCZ, GY., RÁKOSI, L., SZEGŐ, É. 1995: A paleoenvironmental reconstruction of the early Miocene coal-bearing sequence in the Borsod Basin (N Hungary). – Xth R.C.M.N.S. Congress, Bucharest, Abstracts, 3, 217–219.

HÁMOR-VIDÓ, M. 1992: Reconstruction of peat-forming environments on Miocene brown coal sequences (N-Hungary). – *Acta Geol. Hung.* 35/2, 165–175.

HÁMOR-VIDÓ, M. 1993a: A coal-petrological study of brown coal seam Farkaslyuk II in west Borsod County, north Hungary. – *Annual Rept. Hung. Geol. Survey* 1991, 321–332.

HÁMORNÉ VIDÓ M. 1993b: Borsodi kőszéntelepek szénkőzettani jellemzése. – In " Észak-magyarországi földtani kutatások újabb eredményei" Miskolci Egyetem, 12 p.

HÁMORNÉ VIDÓ M. 1994: A Salgótarjáni Barnakőszén Formáció szénkőzettana a Borsodi medencében. – Doktori értekezés, Miskolci Egyetem, 125 p.

LIPPMANN, F. 1981: Stability diagrams involving clay minerals. – 8th Conf. on Clay Min. Petr., Teplice, 1979, 153–171. Univerzita Karlova, Praha.

NAGY L-né, RÁKOSI L. 1993: A borsodi barnakőszén telepek paleobotanikai vizsgálata. – In "Észak-magyarországi földtani kutatások újabb eredményei" 1–6. Miskolci Egyetem.

NEMECZ, E., VARJU, GY. 1973: Montmorillonite-cristobalite association in rhyolitic volcanic formations. – IXth Congress Carpatho-Balkan Geol. Ass., Budapest, 1969. 4, 397–411. Akadémiai Kiadó, Budapest.

RADÓCZ GY. 1988: A borsodi kőszénláprekonstrukciós vizsgálatok 1987–1988. évi eredményeinek összefoglaló értékelése. I. Földtani viszonyok. – Kézirat, MGSZ Adattár, Budapest, 21 p.

RADÓCZ GY. 1993a: Őskörnyezeti kérdések és a borsodi kőszéntelepek. – In "Észak-magyarországi földtani kutatások újabb eredményei" 1–9. Miskolci Egyetem.

RADÓCZ GY. 1993b: A borsodi kőszénláprekonstrukciós vizsgálatok 1987–1993. között végzett eredményeinek összefoglaló értékelése. I. Földtani viszonyok. – Kézirat, MGSZ Adattár, Budapest, 56 p.

RISCHÁK G. 1989: Kőzetek és talajok amorf fázisának közvetlen röntgendiffraltometrikus meghatározása. – *MÁFI Évi Jel.* 1987-ről 377–393.

THIRY, M., HAUFF, P. 1991: Kaolinite/smectite clay models using thermal and X-ray diffraction data. – Proc. 7th Euroclay Conf., Dresden, 1991, 1073–1077.

VICZIÁN, I. 1996: Clay mineralogy of barren rocks in the Lower Miocene brown coal deposits of the Borsod Basin (N. Hungary) (abstract). – 14th Conf. on Clay Min. Petr. Banská Štiavnica, 1996, *Geol Carpathica, Ser. Clays* **4/2**, p. 118.

Földtani Közlöny 127/1-2, 145-177 (1997) Budapest

A Balaton-felvidéki középső-triász medencefejlődés rekonstrukciója üledékföldtani és paleoökológiai vizsgálatok alapján*

Middle Triassic basin evolution of the Balaton Highland (Hungary) based on sedimentological and paleoecological studies

VÖRÖS Attila[1] – BUDAI Tamás[2] – LELKES György[2] – MONOSTORI Miklós[3] – PÁLFY József[1]

(8 ábra, 4 táblázat, 6 fototábla)

Abstract

New geological mapping and detailed fossil collection from the classical Middle Triassic outcrops of the Balaton Highland warrant a scientific re-evaluation. Herein we present lithostratigraphical and biostratigraphical schemes, sedimentological and paleoecological results, and a paleogeographical model.

We refine the age of *lithostratigraphic* units, provide a lithological redefinition of the Megyehegy Formation, and introduce the Vászoly Formation of uppermost Anisian to lowermost Ladinian age.

Important new *biostratigraphical* results have been obtained by detailed collection of ammonoids from sections at Mencshely, Felsőörs and Szentkirályszabadja. The ammonoid zones of the Balaton Highland have been successfully correlated with the recently erected zones of the Southern Alps.

Sedimentological studies, based on field and thin section observations, have identified horizontal and vertical changes in the most diagnostic sediment types. Redeposition features indicate the presence of submarine slopes between the basins and pelagic plateaus.

The *paleoecology* of bivalve, ammonoid, octracod and brachiopod faunas have been evaluated. Key observations are as follows. *Bivalves*: A succession of four bivalve communities has been found in the Middle Anisian basin in the Aszófő region. Their feeding habits, relation to substrate and the decreasing species diversity points to a gradual decrease in the food supply. This is interpreted as the result of diminishing terrigeneous food source rather than an increase in water depth. *Ammonoids*: The environmental distribution of morphogroups of latest Anisian to Early Ladinian ammonoids indicates that the proportion of "coronates" (strongly ornamented ceratitids) is consistently lower in the basins than on the pelagic plateaus, whereas "sphaerocones" (Ptychitidae + Arcestidae) show an inverse relationship. During the studied interval, the proportion of "coronates" decreases whereas the proportion of "sphaerocones" increases through time, both in the basins and on the pelagic plateaus. This suggests a gradual increase of water depth over the whole area. *Ostracods*: On the basis of the faunas studied, the area of Balaton Highland is envisaged as a bathyal basin dissected by submarine elevations in Ladinian times. Deep sublittoral (below

* (Elhangzott a MFT Őslénytani-Rétegtani Szakosztályának 1995 november 20.-i előadóülésén)

1. Magyar Természettudományi Múzeum, 1088 Budapest Múzeum krt 14-16.

2. MÁFI, 1143 Budapest, Stefánia út 14.

3. ELTE, H-1088 Budapest, Ludovika tér 2.

storm-wave base) environments predominate on the submarine plateaus. Redeposited, platform-derived sediments and faunas are locally intercalated in the basinal sequences. *Brachiopods*: The Late Anisian faunas represent different habitats ranging from soft-bottom, shallow subtidal environments to low-energy basin interiors. The most widespread biodetrital facies occurs near the margins/slopes of platforms or submarine plateaus and might have been formed by redeposition (i.e. post-mortem transport of brachiopod shells via downslope sediment sliding).

Paleogeographical reconstruction. On the basis of the above results, a revised paleogeographical model is outlined for the Middle Triassic of the Balaton Highland. This model is demonstrated by a series of paleogeographical (facies) maps representing six different time-horizons.

Manuscript received: 12. 09. 1996

Összefoglalás

A klasszikus Balaton-felvidéki területek középső-triász képződményeinek újratérképezése és a részletes faunagyűjtések indokolttá tették a tudományos eredmények korszerű kiértékelését. A szerzők a litosztratigáfiai és biosztratigráfiai keretek kidolgozása, pontosítása után szedimentológiai és paleoökológiai vizsgálatokat végeztek és ősföldrajzi fejlődési modellt alakítottak ki.

A *litosztratigráfiai* eredmények közül kiemelhető a Megyehegyi Formáció litológiai meghatározásának kiterjesztése és képződési időtartamának (kronosztratigráfiai határainak) pontosítása, valamint a legfelső anisusi – legalsó ladin korú Vászolyi Formáció definiálása, ami a Buchensteini Formáció korábbi tartalmának leszűkítését eredményezi.

Biosztratigráfiai szempontból jelentős új eredmények születtek több szelvény és lelőhely (pl. Mencshely, Felsőörs, Szentkirályszabadja) részletes begyűjtése révén, valamint a dél-alpi területekről publikált újabb ammonoidea zonációk összefoglaló értékelése és hazai alkalmazása terén.

Szedimentológiai szempontból a leglényegesebb eredmények a diagnosztikus üledéktípusok horizontális és vertikális változásainak, valamint az átülepítési jelenségeknek terepi (makroszkópos) és vékonycsiszolatos vizsgálatában és értelmezésében születtek. Ezek alapvető jelentőségűek az egykori részmedencék, valamint a platformok illetve tengeralatti magaslatok lehatárolásában.

Paleoökológiai szempontból a Bivalvia, Ammonoidea, Ostracoda és Brachiopoda faunák kínáltak jól értékelhető és ősföldrajzi szempontból használható adatokat. – *Bivalvia*: Az Aszófő környéki középső-anisusi medencében négy bivalvia közösség szukcessziója mutatható ki. A közösségek paleoökológiai elemzése (elsősorban az aljzatigény és a táplálkozási mód vizsgálata), valamint a csökkenő faji diverzitás alapján a tápanyagellátás fokozatos csökkenése igazolható, ami nem szükségképpen a vízmélység növekedésére, hanem inkább a szárazföldi háttér távolabbra tolódására utal. – *Ammonoidea*: A felső-anisusi – alsó-ladin intervallumban az ammonoideák főbb morfológiai csoportjainak (erősen díszített Ceratitidae, illetve sima Ptychitidae) eloszlása különböző életterek területén (medencék, illetve tengeralatti hátságok, vagy platformok) eltéréseket mutat. Az erősen díszített formák részaránya rendszeresen kisebb, a Ptychitidaeké pedig nagyobb a medenceterületeken, mint a tengeralatti magaslatokon. A morfológiai csoportok arányának időbeli változása alapján egyértelmű, hogy az anisusi végén és a ladin elején a tenger vízmélysége fokozatosan nőtt. – *Ostracoda*: A vizsgált faunák alapján feltételezhető, hogy a ladin idején a vizsgált területen tengeralatti magaslatokkal tarkított bathyális medence volt. A magaslatokon mélyszublitorális (viharhullámbázis alatti) környezet lehetett. Az innen átülepített üledékek jelennek meg helyenként, betelepülésekként a bathyális medencék rétegsorában. – *Brachiopoda*: A vizsgált lelőhelyek és faunák változatos élethelyeket képviselnek (árapályöv alatti sekély, iszapos aljzat – nyugodt vizű medence) a leggyakoribb bioklasztos fácies azonban tengeralatti magaslatok peremén/lejtőjén, üledékcsuszamlásos áthalmozódással keletkezhetett.

Ősföldrajzi rekonstrukció. A fenti vizsgálatok alapján a korábbiaknál megbízhatóbb ősföldrajzi kép alakítható ki a Balaton-felvidék térségére a középső-triász idejére. Az ősföldrajzi viszonyokat és azok változásait hat időhorizontra vonatkoztatott fáciestérkép sorozat mutatja be.

Bevezetés

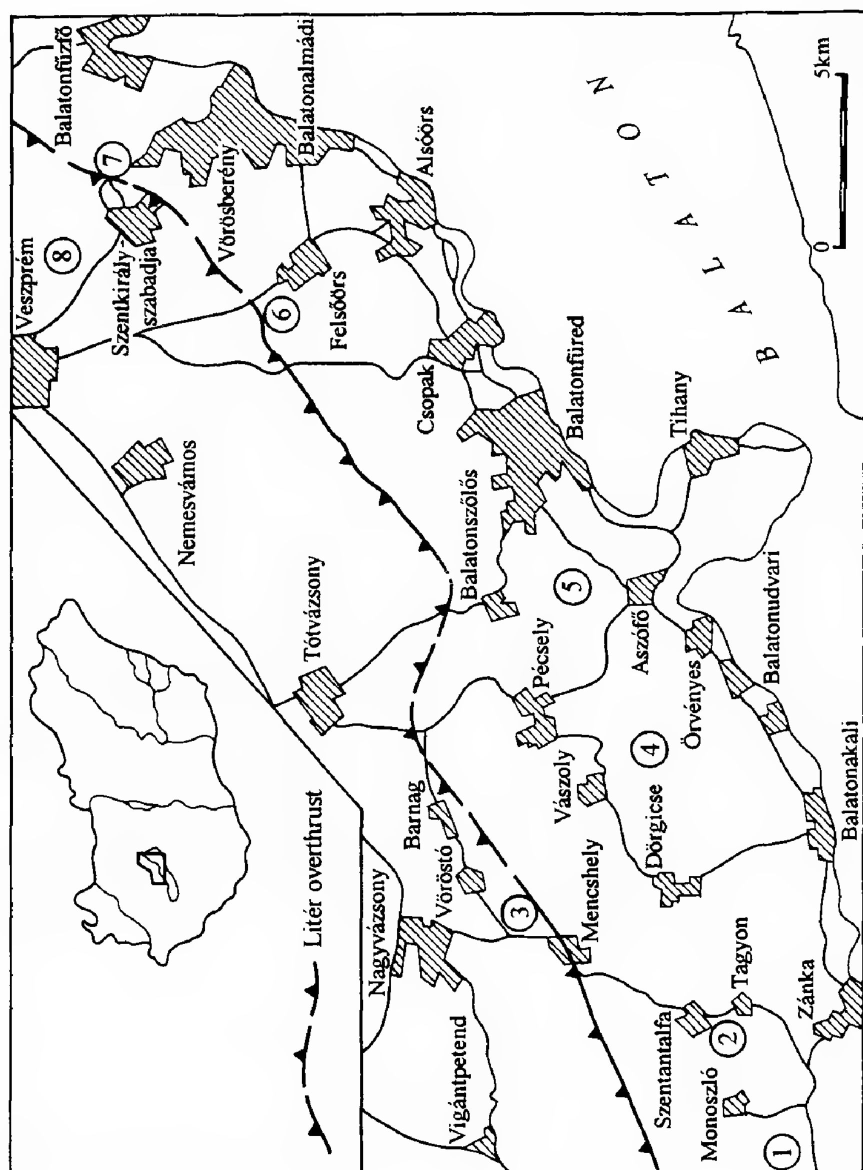
A Balaton-felvidéki középső-triász képződmények tudományos vizsgálata klasszikus múlttal rendelkezik. A BÖCKH János, majd id. LÓCZY Lajos nevével fémjelzett munkálatok az 1870–1910 közötti időszakban az akkori világszínvonalon folytak, és a nagyszabású, sokszerzős "Balaton-monográfia" a nemzetközi triász rétegtani kutatás egyik legfontosabb referencia-területévé avatta a Balaton-felvidéket. Ezután egy fél évszázadon keresztül alig történt érdemi előbbrelépés, pedig az újabb adatok és a modern értékelés hiányát az egyre sürgetőbben jelentkező nemzetközi érdeklődés is jelezte. Az utóbbi évtizedekre SZABÓ Imre munkássága nyomta rá a bélyegét; az általa gyűjtött óriási adathalmaznak azonban csupán töredéke vált közkinccsé (SZABÓ 1972; SZABÓ et al. 1980).

A Magyar Állami Földtani Intézetben 1982-ben megindult részletes földtani térképezés korszerű és jól értékelhető adattömeget szolgáltatott; egyidejűleg – részben ehhez, részben az alapszelvény programhoz kapcsolódó – rendszeres faunagyűjtés is folyt; mindezen eredmények előzetes publikálása az utóbbi években megkezdődött (VÖRÖS 1987, 1993; VÖRÖS & PÁLFY 1989; BUDAI & DOSZTÁLY 1990; BUDAI & VÖRÖS 1992, 1993a, 1993b). A földtani térképezés lezárult, a nagytömegű értékes adat mélyreható elemzése és kiértékelése tudományos kötelesség. Ennek teljesítése a hazai földtani kutatás jelenlegi helyzetében elsősorban OTKA támogatással lehetséges. Az 1992-ben elnyert – a jelen dolgozatéval azonos című – OTKA kutatási téma keretében vizsgálatainkat területileg a Balaton-felvidékre és a Kelet-Bakonyra (*1. ábra*), rétegtanilag a középső-anisusi — alsó-ladin intervallumra összpontosítottuk, a következő témakörök szerint: litosztratigráfia, biosztratigráfia, szedimentológia, paleoökológia, ősföldrajz.

Ez a dolgozat a már korábban publikált eredményeket és adatokat részben újraértékelve és egységes képbe illesztve ad korszerű összefoglalást a Balaton-felvidéki középső-triász képződményeinek rétegtanáról és ősföldrajzáról.

Litosztratigráfia
(BUDAI T.)

A bevezetésben említettek szerint, vizsgálatainkat a következő litosztratigráfiai egységekre korlátoztuk: Megyehegyi Dolomit, Tagyoni Mészkő, Felsőörsi Mészkő, Buchensteini Formáció. A formációk térbeni és időbeni lehatárolásának és egymáshoz való laterális és vertikális kapcsolatának tisztázása, valamint részletes litológiai definiálásuk a nyolcvanas években végzett földtani térképezés során alakult ki jelenlegi formájában (BUDAI in HAAS ed. 1993). OTKA kutatásaink a Megyehegyi Dolomit/Tagyoni Mészkő, valamint a Felsőörsi Formáció újraértelmezésével alapvetően módosították ezt a képet, ezért ezekre itt részletesebben is kitérünk.



1. ábra. A vizsgált szelvények földrajzi helyzete. Jelmagyarázat: 1. Köveskál, Horog-hegy; 2. Szentantalfa; 3. Mencshely, Cser-tető; 4. Vászoly, Öreg-hegy; 5. Aszófő, Farkó-kő; 6. Felsőörs, Forrás-hegy; 7. Vörösberény, Megye-hegyi útbevágás; 8. Szentkirályszabadja, "repülőtéri kőfejtő"

Fig. 1. Locality map of the study area with the location of the key sections.

Megyehegyi Formáció

A megyehegyi dolomit elnevezést BÖCKH J. (1872, p. 49-50) eredetileg arra a bitumenes dolomitra vezette be, amelynek legfelső részében az *Ammonites* cfr. *Carinthiacus* (később *Balatonites balatonicus*) fajba sorolt ammonitest találta. Maga az ammonites tartalmú kőzetváltozat – az eredeti leírás szerint – a mai értelemben vett Megyehegyi Dolomit és az azt fedő Felsőörsi Mészkő Formáció közötti, átmeneti jellegeket mutató rétegcsoport lehet, amit a forráshegyi szelvény ismertetésénél maga BÖCKH is elkülönített a megyehegyi dolomittól (p. 63).

Böckh óta "megyehegyi" név alatt különítik el azt a dolomitot a Balaton-felvidéken, amely az alsó-anisusi bitumenes-lemezes mészkő (Iszkahegyi Formáció) és a középső-felső-anisusi medence- (Felsőörsi F.) illetve platform-fáciesű mészkő (Tagyoni F.) között települ. A dolomit képződési környezeteként a különböző szerzőktől származó fácieselemzések egységesen sekélytengeri platform-lagúnát jelölnek meg (ORAVECZNÉ SCHEFFER A. 1987).

A Megyehegyi Dolomit vastagságának meglehetősen nagyfokú laterális változása – amely ugyan már korábban is ismert volt (LÓCZY L. 1913, p. 78) – valamint a szórványosan végzett mikrofácies vizsgálatok alapján csak az elmúlt néhány évben vetődött fel annak a gondolata, hogy a formációba sorolt dolomitok képződési környezete változatosabb lehetett, mint azt korábban gondolták. A Déli Alpok megfelelő képződményeivel végzett összehasonlítás szerint (BUDAI 1992) a Megyehegyi Dolomit a Dolomitok Felső Serla Formációjával, míg a vele részben heteropikus Tagyoni Mészkő a lombardiai Dosso dei Morti illetve Camorelli Mészkővel analóg. A Balaton-felvidéki platformok fejlődéstörténetének későbbi rekonstrukciója a Megyehegyi Dolomit képződését két szakaszra bontja (BUDAI et al. 1993): kezdetben sekély szublitorális karbonátos rámpán, majd a pelsoi szinszediment tektonikát követően kiemelt helyzetben maradt területeken, platformokon rakódott le (a Tagyoni Mészkővel együtt). Ebben a modellben az idősebb litofáciest a Felső Serla Formációval (pelsoi emelet felső része), utóbbit pedig a Contrin Formációval korrelálták (illyr emelet felső része). Valószínűsítették továbbá, hogy sekélytengeri rámpa sem alakult ki mindenhol a Balaton-felvidéken, azaz a fekü (Iszkahegyi) és a fedő (Felsőörsi) medencefáciesű mészkő között szélsőségesen elvékonyodó (legfeljebb néhány tíz méter vastag) dolomit anyaga esetleg a környező platformokról halmozódott át (BUDAI et al. 1993, p. 150). Karbonátplatformokat azokon a területeken határoltak le, ahol a formáció jellegzetes litofáciesben és nagy vastagságban (250–300 m) fejlődött ki, ti. a Balaton-felvidék középső (Tagyon–Vászoly közötti) és ÉK-i területén (Szentkirályszabadja). Értelmezésük szerint ciklusos felépítésű, "igazi" karbonátplatform a pelsoi során nem, csak az illyrben jött létre a Balaton-felvidéken.

A szentkirályszabadjai szelvény (a katonai repülőtéren belül lévő kőfejtő) 1994 során végzett újravizsgálata azonban olyan adatokat is szolgáltatott, amelyek a fenti fejlődéstörténeti elemzés egyes pontjait határozottan cáfolják.

1./ Az algás-onkoidos sekélytengeri dolomit felső szakaszából pelsoi zónajelző ammonites, *Balatonites balatonicus* került elő.

2./ A kőfejtő É-i falán hirtelen, éles vertikális fáciesváltással barnásszürke, vöröses árnyalatú, medencefáciesű ammoniteszes dolomit települ a fekü Dasycladacea-s dolomiton (*IV. tábla, 2. kép*). Ehhez teljesen hasonló a korábban már ismertetett szentantalfai szelvény (BUDAI & VÖRÖS 1991, 1992) azzal a különbséggel, hogy ott mind a fekü (Tagyoni F.), mind a fedő (Buchensteini F.) mészkő litológiájú (*IV. tábla, 1. kép*).

3./ A fedő dolomitból ugyanaz az ammonites-együttes került elő Szentkirályszabadján, mint korábban Szentantalfán. Az *Asseretoceras camunum* és a *Lardaroceras* sp. a Trinodosus Zóna felső szakaszát jelzi (legfelső-illyr).

Ezek az újabb adatok egyértelműen bizonyítják, hogy karbonátplatformok már a pelsoi során kialakultak a Balaton-felvidéken. Illyr kort egyértelműen jelző ősmaradvány ugyanakkor eddig nem került elő belőlük, ti. a Tagyoni Mészkő foraminifera együttese pelsoi–illyr korú (ORAVECZNÉ SCHEFFER 1987). A Balaton-felvidéken tehát nem igazolható jelenleg felső-anisusi, a Dolomitok Contrin Formációjával analóg platformkarbonát.

A platformok vizsgálatán túl további szelvényszerű felvételt, csiszolatvizsgálatot és fácieselemzést igényel annak kiderítése, hogy az a viszonylag vastag (150–200 m), nagy területi elterjedésű, de semmilyen üledékes szerkezetet nem őrző dolomit a Felsőörsi Mészkő feküjében (pl. Aszófő és Felsőörs között) milyen környezetben rakódhatott le eredetileg: szubtidális karbonátos rámpán-e, vagy ennek anyaga is platformról halmozódott-e át a medencébe, esetleg utólag dolomitosodott medencefáciesekkel van-e dolgunk? Ha pedig az utóbbi igazolódna be, vajon besorolható-e ez a képződmény a Megyehegyi Formációba?

Hasonló nevezéktani probléma vetődik fel a szentantalfai és a szentkirályszabadjai szelvény összehasonlításakor is: mindkét esetben teljesen azonos szövetű és szerkezetű, azonos flórát és faunát tartalmazó platformkarbonátra települ éles határral a felső-illyr ammoniteszes fedőréteg, előbbi helyen azonban mészkőre, utóbbinál pedig dolomitra. Szentantalfán a képlet világos, a fekü algás mészkő a Tagyoni Formációba tartozik. De mi a helyzet Szentkirályszabadján? Kőzettani jellege szerint a Megyehegyi Formációba kell-e soroljuk a katonai repülőtér murvafejtőjében feltárt dolomitot, vagy fáciesképe alapján a Tagyoni Formációba? Véleményünk szerint a karbonátos kőzetek litosztratigráfiai besorolásakor a kőzetösszetétel mellett legalább egyenrangú szempontként kell figyelembe venni a szöveti és szerkezeti jellegeket. Nem szabad tehát minden középső-anisusi dolomitot – akár platform, akár medencefáciesű – pusztán a kőzetösszetétel alapján a Megyehegyi Formációba sorolni (ez a fiatalabb triász egységekre nézve is lényeges szempont). A Megyehegyi Formációba ugyanakkor mészkő is tartozhat, amennyiben rétegtani helyzete és fáciese (szövet, szerkezet, biofácies stb.) annak megfelelő. Az ilyen jellegű problémák kiküszöbölésére javasolja SENOWBARI-DARYAN et al. (1993, p. 190), hogy a Dolomitok pelsoi platformkarbonát kifejlődésű formációinak nevéből töröljék a 'dolomit' kifejezést, mivel azok hol dolomitosodtak, hol nem.

Összefoglalva a fentieket, a Megyehegyi Formációba tartjuk sorolandónak a Balaton-felvidék középső-anisusi sekélytengeri karbonátjait. Azon belül elkülönítendő az alsó, általában bitumenes, feltehetően szubtidális fáciesű Megye-

hegyi Tagozat, valamint a felső, ciklusos felépítésű, jellegzetes bio- és litofáciesű (Dasycladacea-s, onkoidos stb.), peritidális Tagyoni Tagozat, amelyek részben heteropikusak egymással.

Felsőörsi Formáció

A Felsőörsi Formációba soroljuk a Balaton-felvidék és a Bakony medencefáciesű képződményeit, amelyek az illyr-végi intenzív tufaszórást megelőzően rakódtak le a középső- és késő-anisusi során. A Megyehegyi Formációnál ismertetett okfejtést követve ebben az esetben is javasoljuk a litológia megjelölésének törlését a formáció nevéből, hiszen azon belül márga, dolomárga, dolomit valamint felső szakaszán tufa is ismert.

A legutóbbi térképezés nyomán a formáción belül az alábbi, informális tagozatokat különítik el (BUDAI 1992; BUDAI in HAAS ed. 1993), alulról fölfelé:

– bitumenes agyagos dolomit;

– Forráshegyi Tagozat (szürke, pados, gumós mészkő sötétszürke tűzkővel és márgaközökkel);

– Horoghegyi Tagozat (rosszul rétegzett, biogén, krinoideás-brachiopodás, esetenként márgás, intraklasztos mészkő);

– Bocsári Tagozat (sötétszürke, jól rétegzett, lemezes, enyhén bitumenes mészkő).

A fenti tagozatok (leszámítva a feküből fokozatosan kifejlődő dolomárgát) egymással részben heteropikusak, összefogazódnak. Elkülönítésük annak ellenére indokolt, hogy a medence-sorozaton belül különböző rétegtani szintekben is megjelenhetnek. Az egyes medencerészekben elkülönített kőzettestek azonban nem köthetők össze egymással nagy távolságon keresztül. A Horoghegyi Tagozat Aszófőnél és Felsőörsön is platformközeli kifejlődésként megtalálható például, ugyanakkor a két terület közötti mélyebb medencében a feltárások és fúrások (Balatonfüred Bfü.-1, Paloznak Pat.-1.) dokumentációja szerint hiányzik.

A középső-anisusi platformkarbonátok fölött éles határral (Szentkirályszabadján jelentős üledékhézaggal) települő, néhány méter vastag medencefáciesű mészkő (illetve dolomit) litosztratigráfiai besorolása a közelmúltban meglehetősen vitatott volt. Ezt a krinoideás, apró-csigás, gyakorta tufás, jellegzetes ammonitesz-együttest (*Asseretoceras* és *Lardaroceras* fajokat) tartalmazó képződményt a Balaton-felvidék legutóbbi földtani térképezése (1982–1990) során a kéziratos felvételi lapokon eleinte "kagylós mészkő" néven, a mai értelemben vett Felsőörsi Formációhoz tartozóan különítették el Szentantalfa és Dörgicse környékén. Később – alapvetően térképezhetőségi szempontok miatt – a Buchensteini Formáció bázisrétegeként értelmezték, és annak alsó, Vászolyi Tagozatába sorolták az alsó tufás öszlettel (= "pietra verde") és a platform-területeken efölött települő világosdrapp, pados, "vászolyi" mészkővel együtt (BUDAI in HAAS ed. 1993). A Dolomitok megfelelő szelvényeivel az utóbbi években végzett összehasonlító értékelés szerint a fenti képződmény-együttes litofáciesét valamint rétegtani és ősföldrajzi helyzetét tekintve is jól korrelálható a Bivera

Formációval (FARABEGOLI et al. 1984). Önálló rétegtani egységként történő elkülönítése a Balaton-felvidéken megoldaná a "buchensteini" név használatához kapcsolódó vitás kérdéseket, amelyek az utóbbi években ismét felmerültek az anisusi/ladin határ nemzetközi határsztratotípusának kijelölésével kapcsolatban (De ZANCHE & GIANOLLA 1995).

A "buchensteini" fogalom Böckh (1872) óta ugyanis jellegzetes kálvárián ment keresztül a Balaton-felvidéki triász sztratigráfia történetében, mivel szinte minden rétegtani beosztásban különböző (lito-, bio- vagy kronosztratigráfiai) kritériumok alapján definiálták (BUDAI & DOSZTÁLY 1990). BÖCKH János eredeti megállapítása szerint (1872, p. 87) a déli-bakonyi "tridentinus mészkő" (=Nemesvámosi Mészkő) a Déli-Alpok pötscheni illetve buchensteini mészkövével analóg. Ennek ellenére sokáig tartotta magát a hazai földtanban az az id. LÓCZY L. munkássága óta fennálló nézet, hogy a "buchensteini rétegek" a "reitzi tufa" szinonimájaként értelmezendők. Az olasz geológusok álláspontja szerint ugyanakkor a vulkanit megléte vagy hiánya nem meghatározó a felső-anisusi – ladin litosztratigráfiai egységek elkülönítésében (De ZANCHE & GIANOLLA 1995). Abban az esetben tehát, ha a Balaton-felvidék triász litosztratigráfiai felosztásában továbbra is használni kívánjuk a dél-alpi "buchensteini" nevet, akkor figyelembe

I. táblázat – Table I.

LADIN
ANISUSI
Fassai
Illyr
Pelsoi
Nemesvámosi Mészkő Tagozat
Buchensteini F.
"vászolyi mészkő"
" p i e t r a v e r d e "
Vászolyi F.
"faunás mkő"
Bocsári T.
Felsőörsi Mészkő F.
Horoghegyi T.
Forráshegyi T.
Tagyoni T.
"bitumenes dolomit"
Megyehegyi Dolomit T.
Megyehegyi F.

kell vennünk – a hazai hagyományok mellett – a típusterületen alkalmazott rétegtani felosztást illetve annak változását is. Ebben a szellemben tehát Vászolyi Formáció néven, önálló litosztratigráfiai egységként kell elkülönítenünk a tufa-mészkő-dolomit rétegekből felépülő képződményt a fedőjében települő gumós tűzköves mészkőtől (Buchensteini Formáció).

A vizsgált rétegtani intervallum (középső-anisusi — ladin) általunk javasolt litosztratigráfiai felosztását az *I. táblázat* mutatja be (a nem hivatalos tagozat neveket idézőjelben szerepeltetjük).

Biosztratigráfia
(VÖRÖS A.)

Az ammonitesz sztratigráfia és a bio-zonáció pontosítása további rétegtani és ősföldrajzi szintézisünk nélkülözhetetlen alapja. Ezért, a négyéves kutatási periódus során több szelvényben végeztünk részletes, rétegszerinti gyűjtést, néhány esetben a nem rendszeres, kiegészítő gyűjtésből származó ammonitesz példányok is jelentős biosztratigráfiai eredményt szolgáltattak.

Részletes gyűjtések:

– A Cser-tető II. (Mencshely) szelvény faunájának feldolgozása a korábbi eredményeket kiegészítő, fontos adatokat szolgáltatott a Reitzi Zóna faunatartalmának megismeréséhez.

– A szentkirályszabadjai szelvény igen gazdag ammonitesz faunájának vizsgálatával itt is sikerült megvonni a Reitzi Zóna bázisát, azaz az anisusi/ladin határt és a zónán belüli faunahorizontokat is sikerült kimutatni (VÖRÖS 1993).

– A felsőörsi szelvény magasabb részén végzett gyűjtés során, szelvényszerinti szukcesszióban sikerült kimutatni a *Ticinites*-es és *Chieseiceras*-os horizontokat, ami újabb kitűnő korrelációs lehetőséget teremt a dél-alpi szelvényekkel (VÖRÖS et al. 1996).

Jelentősebb kiegészítő gyűjtések:

– A szentkirályszabadjai repülőtéri kőfejtő mészalgás-onkoidos dolomitjából (a "Tagyoni Tagozat" dolomitos kifejlődése) egy nagyméretű *Balatonites balatonicus* példányt sikerült kipreparálni, melynek alapján a korábban illyr korúnak tekintett dolomit korát a pelsoi Balatonicus Zóna mélyebb részében határozhatjuk meg.

– Ugyanebben a kőfejtőben, a dolomitra közvetlenül (üledékhézaggal) települő, barna, dolomitosodott mészkőrétegekből rossz megtartású *Asseretoceras* és *Lardaroceras* példányokat sikerült gyűjteni, ami a rátelepülés korát a legfelső illyr, Camunum szubzónában rögzíti.

– A vászolyi P-11/A szelvény 16/A rétegének anyagából jó megtartású *Halilucites* és *Ticinites* példányok kerültek elő, aminek alapján bebizonyosodott, hogy a 16/A réteg kondenzált faunája a Reitzi Zóna legfölső részének és a rákövetkező Secedensis Zónának a faunaelemeit keverten tartalmazza (VÖRÖS et al. 1996).

Korábbi ismereteinket és a legújabb nemzetközi eredményeket a fentiekkel kiegészítve a Balaton-felvidéki középső-triász vizsgált szakaszára adható bio/kronosztratigráfiai beosztást a *II. táblázat* mutatja.

II. táblázat – Table II.

EMELET	ALEMELET	ZÓNA	SZUBZÓNA
LADIN	FASSAI	CURIONII	Curionii
		SECEDENSIS	
		REITZI	Avisianum Reitzi Liepoldti Felsoeoersensis
ANISUSI	ILLYR	TRINODOSUS	Pseudohungaricum Camunum Trinodosus Binodosus
	PELSOI	BALATONICUS	Zoldianus Balatonicus

Szedimentológia
(Vörös A. – Lelkes Gy. – Budai T.)

Üledékföldtani vizsgálatainkat a diagnosztikus üledéktípusok (litofáciesek) horizontális és vertikális változásaira, valamint a medencefejlődés rekonstruálásában leginkább hasznosnak tekinthető speciális jelenségekre (pl. átülepítés) irányítottuk. Terepbejárásaink során mega-szedimentológiai megfigyeléseket tettünk, az üledékes szerkezeteket vizsgáltuk. Mikro-szedimentológiai vizsgálatokat - költségigényességük miatt - igen korlátozott mértékben tudtunk végezni.

Horizontális fáciesváltozások

Jelentős horizontális fáciesváltozás a pelsoiban (a Balatonicus Zóna idején) rögzíthető: ÉK-en, Szentkirályszabadja környékén, valamint a Balaton-felvidék központi részén (Tagyon, Dörgicse, Vászoly) sekélytengeri, peritidális, mészalgás (részben utólagosan dolomitosodott) mészkövek képződtek (Megyehegyi Formáció, Tagyoni Tagozat) (*I. tábla, 1. kép*). Ezek a sekélytengeri karbonátos területek gyakran emelkedhettek a tenger szintje fölé, amit a gazdagon kifejlődött vadózus üledékes/korai diagenetikus szerkezetek igazolnak (*I. tábla, 2. kép, II. tábla, 1. kép*) (Budai et al. 1993), időnként azonban a sekély szublitorális régióba kerültek és – a szórványos ammonitesz előfordulások tanúsága szerint (*II. tábla, 2. kép*) – nyílttengeri hatás is érvényesült rajtuk. Ezzel egyidejűleg a köztes területeken (Veszprém, Szabadság-puszta, Aszófő, Mencshely, Köveskál) mélyebbvízi, jól rétegzett, helyenként kovaszivacstűs, tűzköves (*III. tábla, 1. kép*), másutt laminált, posidoniás-daonellás, "filamentumos" (*III. tábla, 2. kép*),

ammoniteszes mészkőösszlet (a Felsőörsi Mészkő Formáció Forráshegyi, illetve Bocsári Tagozata) rakódott le.

A késő anisusiban (Trinodosus szubzóna) a Tagyon és Vászoly közötti kiemelt helyzetű terület DNy-i részén aljzatmorfológiai tagolódás észlelhető: a Megyehegyi Dolomitra vékony, ammoniteszekben gazdag, barnássárga mészkő települ (Monoszló, a Hegyestűtől ÉNy-ra).

Az anisusi végén (Camunum szubzóna) a fácieseltérések a pelsoiban látottakhoz hasonló területi eloszlásban, de kevésbé markánsan mutatkoznak. ÉK-en és a központi területen (pl. Szentantalfa) barnásvörös, kondenzált, biodetrituszos, faunadús (ammoniteszes, krinoideás) mészkövek jelentkeznek (Vászolyi Formáció), míg a köztes medence területeken sötétszürke, pados, agyagrétegekkel váltakozó mészkő (Felsőörsi Mészkő, Bocsári Tagozat) rakódott le.

A legalsó ladin tufaösszlet fölött, a Reitzi Zóna magasabb részében és a Curionii Zóna alján jelentkező mészkövek az egész területen uralkodóan pelágikus jellegűek. A központi területen (Vászoly, Dörgicse) a tiszta, fehér mészkőösszletet (Vászolyi Formáció) foszfatitos keményfelszínek tagolják, az ÉK-i területen dolomittest ékelődik a pelágikus medencefáciesű rétegsorba. A köztes medence területeken ezt a rétegtani szintet vörös, gumós tűzköves mészkövek képviselik (Buchensteini Formáció, Nemesvámosi Tagozat).

Mindezek alapján az a fáciesértelmezés adódik, hogy a pelsoi idején az ÉK-i, illetve központi területek sekélytengeri karbonátos platformokként emelkedtek a köztes területek fölé és viszonylagos kiemelt helyzetüket (különböző üledékes környezetekbe kerülve is) a kora-ladinban is megtartották. Az üledékgyűjtő széttagolódásának értelmezése a kiemelt területeken az éles vertikális fáciesváltozások és tágulási hasadékok, míg az átmeneti zónákban az átülepített anyagok és üledékmozgási jelenségek vizsgálatától várható.

Vertikális fáciesváltozások

Szentantalfa környékén, a mészalgás, onkoidos, sekélytengeri platformkarbonát (Tagyoni Mészkő) erodált, "lenyesett" felszínére éles határral, teljesen eltérő litológiájú, barna, ammoniteszes, krinoideás mészkő települ (Camunum szubzóna) (*IV. tábla, 1. kép*). Az utólagos dolomitosodást leszámítva, minden tekintetben nagyon hasonló, éles kontaktus figyelhető meg a szentkirályszabadjai repülőtéri kőfejtőben is (*IV. tábla, 2. kép*).

Az éles kontaktus, a hirtelen fáciesváltás létrejöhetett a sekélytengeri karbonátplatform hirtelen megsüllyedésével (tektonikus ok), vagy szárazra kerülésével és ezt követő megsüllyedésével (eusztatikus és/vagy tektonikus ok).

Tágulási hasadékok

A szerény feltártsági viszonyok miatt, tágulási hasadékokat csupán a szentkirályszabadjai repülőtéri kőfejtő pelsoi korú, dolomitosodott platform karbonátjában tudtunk észlelni. A legjelentősebb, közel vertikális helyzetű neptuni telér több deciméter szélességben, több mint tíz méter hosszúságban követhető.

Kitöltő anyaga vöröses színű, krinoideás, kevés brachiopodát is tartalmazó, dolomitosodott biomikrit (*V. tábla, 1, 2. kép*). Ez a kőzetanyag nem azonosítható a fedő rétegsor egyetlen kőzettípusával sem, így azoknál valószínűleg idősebb, tehát a pelsoi karbonátplatform aktivitásának megszűnte utáni és a rátelepülő pelágikus mészkő (Camunum szubzóna) lerakódása előtti rövid üledékképződési fázis terméke.

Üledékmozgási jelenségek

A vászolyi kiemelt helyzetű blokkhoz (platformhoz) közel eső Aszófő II. szelvényben figyelemreméltó üledékmozgási jelenségek észlelhetők. A szelvény néhány méteres szakaszán (22–35. réteg) több cm átmérőjű, lekerekített, szürke mésziszap-kavicsok ágyazódnak világosabb színű, márgásabb mátrixba. A mikrofácies vizsgálatok szerint bioklasztos-peloidos (onkoidos packstone) grainstone szövetű intraklasztok ágyazódtak a mudstone szövetű filamentumos mikrit befoglaló anyagba. Ez a kőzetösszlet tengeralatti gravitációs törmelékfolyás termékének tekinthető.

Ugyanebben a szelvényben kissé följebb, krinoideás–brachiopodás, intraklasztokat is tartalmazó mészkőösszlet jelentkezik. A legfölső néhány réteg enyhén átbuktatott, kb. 1 m átmérőjű redőt formál, melyet üledékrogyási redőként (slump fold) értelmezünk.

Átülepített anyag

Számos helyen észlelhetők különböző korú medenceüledékekbe iktatódó durvább szemcséjű, biodetrituszos mészkő betelepülések, amelyek nemcsak az anisusi rétegsorban ("recoaro mészkő" ~ Horoghegyi Tagozat) hanem helyenként a ladinban is megjelennek (Aszófő, Köveskál: pelsoi, Felsőörs: illyr[?], Mencshely, Vászoly: fassai). Ezek általában krinoideás-brachiopodás biopátitok, vagy biomikritek (*VI. tábla, 1. kép*), és általában az egykori medenceterületek szélein, a kiemelt területekhez közel eső zónákban jelentkeznek. Az értelmezés a jura időszaki Hierlatz mészkőéhez hasonló lehet: a biogén törmelékanyagot adó krinoideák, brachiopodák, stb. a tengeralatti kopár, sziklás lejtőkön élhettek tömegesen, vázmaradványaik onnan szállítódhattak a szomszédos, mélyebben fekvő medenceterületekre.

A mikrofácies vizsgálat szerint az aszófői pelsoi bioklasztok között elvétve vastaghéjú molluszka és mészalga (Dasycladaceae) töredékek (*VI. tábla, 2. kép*), valamint kékeszöld-algás bekérgezésű szemcsék (onkoidok) is előfordulnak. Ez arra utal, hogy a pelsoi idején, a medence üledékképződéssel egyidejűleg, aktív karbonátplatform létezett a nem túl távoli környezetben.

Paleoökológia

A paleoökológiai vizsgálatok igen fontos adatokkal szolgálhatnak az ősföldrajzi, fejlődéstörténeti rekonstrukcióhoz. Ezen felül, esetünkben az anyagi és személyi feltételek elsősorban ilyen irányú munkálatokat tettek lehetővé. Négy ősmaradványcsoportot vizsgáltunk: Bivalvia, Ammonoidea, Ostracoda, Brachiopoda. A lehetőségek szerint, vertikális és/vagy horizontális eloszlásuk vizsgálatakor őskörnyezeti értékelésükre törekedtünk.

Bivalvia (VÖRÖS A.)

Jelentős mennyiségű, és összefüggéseiben értékelhető kagyló fauna csak az aszófői pelsoi szelvényből került elő (VÖRÖS 1987, 1988). Itt a részletes, rétegszerinti gyűjtés a vertikális faunaváltozások pontos követését teszi lehetővé.

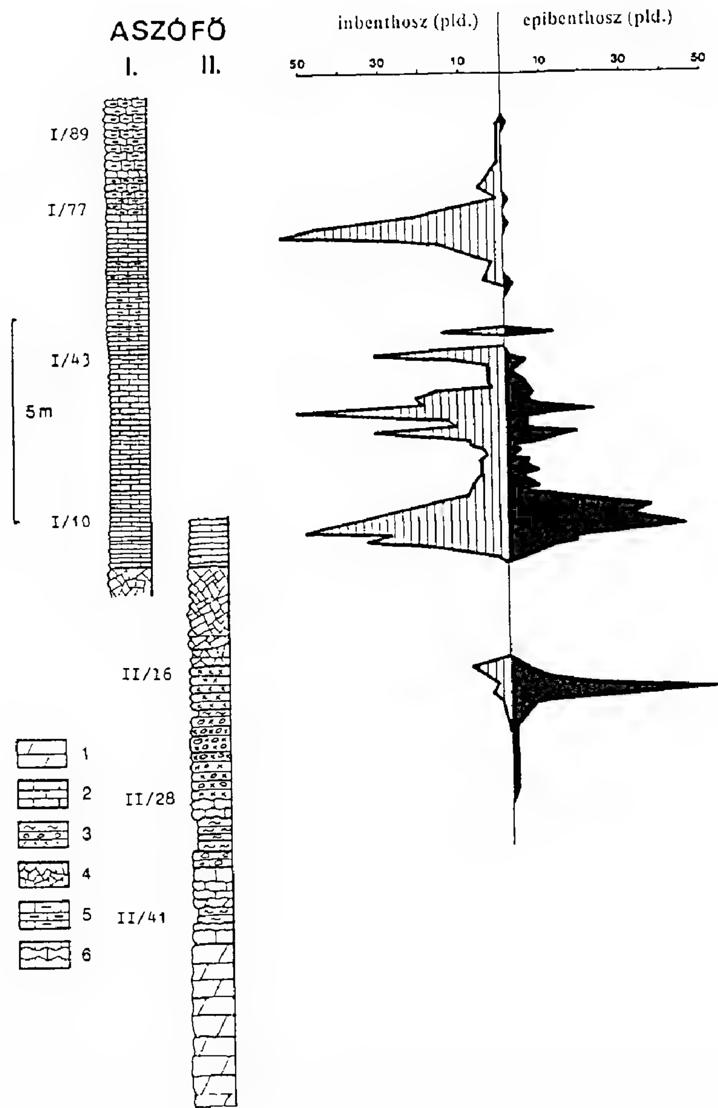
Egyes szintekben a *Posidonia* és *Daonella* teknők szinte kőzetalkotó mennyiségben jelentkeznek. Ezeket leszámítva, a begyűjtött kagyló fauna példányszáma megközelíti a kétezret. A rendszertani szempontból is igen gazdag faunában 23 nemzetséget sikerült kimutatni. Ezek nagy része paleoökológiai szempontból jól értékelhető és két nagy csoportra, beásódó inbentoszra és az üledék felszínén élő epibentoszra bontható. Esetünkben az epibentoszt a túlnyomórészt bisszusszal rögzített, szesszilis formák alkotják.

Az epibentonikus és inbentonikus kagylók rétegenkénti példányszámának változásait a *2. ábra* mutatja. Feltűnő, hogy az eloszlás igen egyenetlen; egyes szelvényszakaszokon és a rétegsor legfölső részén a kagylók teljesen kimaradnak. Ez, nyilvánvalóan az aljzati életkörülmények időszakos megromlásával magyarázható, ami végül letális állapot kialakulásához vezetett. Feltűnő az is, hogy míg az inbentosz a szelvény nagy részén nagyjából egyező nagyságú maximumokat mutat, az epibentosz a "recoaro" mészkőben éri el legnagyobb gyakoriságát, és fölfelé haladva egyre csökkenő maximumokat mutat; a szelvény fölső harmadában teljesen kimarad. Az aszófői medencerész lágy, iszapos aljzata kedvező volt az inbentosz számára; a szesszilis epibentosznak viszont kemény aljzatra (sziklás felületre, vagy szilárd objektumokra) volt szüksége a megtapadáshoz. Ez a lehetőség – a számok tanúsága szerint – a szelvényben fölfelé haladva egyre csökkent, végül megszűnt.

További következtetésekre ad módot, ha az egyes gyakorisági maximumok, "faunaszakaszok" rendszertani (ökológiai) összetételét megvizsgáljuk.

A "recoaro" mészkő (Aszófő II/16–28 réteg) kagyló faunájában az inbentosz elhanyagolható szerepet játszik. A szesszilis epibentoszban a *Mysidioptera, Bakevellia* és *Oxytoma* nemzetségek dominálnak, de járulékosan, vastaghéjú *Lopha, Schafhaeutlia*? és *Coelopis* példányok is előfordulnak. Az utóbbiak valószínűleg igen sekély környezetből (karbonátos platform?) szállítódtak, a többi, bisszusszal rögzülő forma sziklás aljzatot valószínűsít.

A következő, leggazdagabb faunájú szakaszban (Aszófő II/1-8, Aszófő I/1-10) a domináns inbentoszt *Palaeoneilo-Palaeonucula* közösség alkotja. Ezek az apró kagylók beásódó, üledékevő, detrituszfaló életmódúak. Gyakoriságuk



2. *ábra.* Az inbenthonikus és epibenthonikus kagylók példányszámának változásai az Aszófő I. és II. szelvény mentén, a Felsőörsi Formáció alsóbb részén (Pelsoi alemelet). Jelmagyarázat: 1. dolomit, 2: vékonypados, laminált mészkő, 3: márgás/intraklasztos/krinoideás mészkő, 4. töredezett mészkő, 5: kovás/tűzköves mészkő, 6: gumós mészkő. (A rétegoszlop TATZREITER & VÖRÖS, 1991 nyomán, módosítva)

Fig. 2. Graphs showing the vertical changes in the abundance of inbenthic and epibenthic bivalves in the Aszófő section in the lower part of the Felsőörs Formation (Pelsonian). 1: dolomite, 2: well-bedded, laminated limestone, 3: marly/intraclastic/crinoidal limestone, 4: fractured limestone, 5: siliceous/cherty limestone, 6: nodular limestone. (Lithological column after TATZREITER & VÖRÖS, 1991, modified)

összefüggésbe hozható azzal, hogy ebben a szelvényszakaszban erősen bitumenes, sok szerves törmelékanyagot tartalmazó mészkövek uralkodnak. Az epibentoszban kisméretű példányokból álló *Cassianella–Plagiostoma* közösség ismerhető fel. Itt a sziklás aljzatról történt behordódás kevéssé valószínű; az apró kagylók az aljzaton fekvő, üres ammonitesz házakon is megtapadhattak. (Ezekben a rétegekben igen nagy tömegben fordulnak elő ammoniteszek.)

Az Aszófő I/20–43 rétegekben jelentkező faunát az inbentosz erősödő dominanciája jellemzi; itt azonban *Solemya–Unionites* közösség jut uralomra, bár a *Palaeonucula* és *Palaeoneilo* példányok is gyakoriak. Az üledékevők visszaszorulása a szerves törmelékanyag mennyiségének csökkenését jelzi. Az epibentoszban a vagilis (úszóképes) *Entolium* mellett a *Cassianella* gyakori. Ez a megtapadásra alkalmas szilárd objektumok számának csökkenésével függhet össze (gyérül az ammonitesz fauna).

A legfölső szakaszban (Aszófő I/59–81) az epibentosz már gyakorlatilag kimarad, az inbentoszt pedig kis diverzitású, *Unionites–Solemya* közösség alkotja. A szerves törmelékanyag mennyiségének további csökkenésére következtethetünk: az üledékbe már kevés szervesanyag temetődik be, de a lebegtetett frakció időnként még elegendő a szuszpenzió filtráló kagylók tápanyag ellátásához.

Összefoglaló következtetésként, a fenti tendenciák alapján első közelítésben a vízmélység fokozatos növekedésére gondolhatunk. A problémát kissé árnyaltabban tekintve azonban csak a tápanyagellátás fokozatos csökkenése igazolható, ami nem szükségképpen jelenti a vízmélység növekedését, hanem talán a sekélytengeri régió és főként a szárazföldi háttér távolabbra tolódásának lehetett a következménye.

Ammonoidea (VÖRÖS A.)

A számos szelvényben végzett, részletes, rétegről-rétegre történő gyűjtés a teljes faunára (a töredékes példányokra is) kiterjedt. Ez megfelelő alapot teremt a különböző őskörnyezeti helyzetből származó faunák összehasonlításához, illetve a vertikális változások vizsgálatához és azok értelmezéséhez.

Az ammonoidea faunák paleoökológiai értékelése a jura és kréta faunáknál elterjedt gyakorlat. A triász esetében kevesebb és bizonytalanabb próbálkozás történt. Nemrégiben azonban, WANG & WESTERMANN (1993) kitűnő összefoglalást tett közzé a triász ammonoideák paleoökológiájáról. Legfontosabb, és esetünkre is alkalmazható megállapításaikat összefoglalva, a következő mondható el: (1) A legsekélyebb selfterületekre (30–100 m) az igen erősen díszített, deprimált keresztmetszetű formák (pl.: *Ceratites, Reiflingites*) a jellemzőek. (2) A neritikus medencéket változatos, általában platycon és oxycon formák (pl.: *Beyrichites, Aplococeras, Longobardites, Hungarites*) jellemzik. (3) A neritikus medencék legmélyebb részén, a külső selflejtőn, illetve az óceáni (eupelágikus) területeken a *Ptychites, Arcestes* és *Monophyllites* félék dominálnak.

Az átmeneti helyzetű (2) csoport nehezen körvonalazható, ezért esetünkben mennyiségi paleoökológiai értékelés, illetve vízmélységbecslés céljára leginkább

a díszített formák/*Ptychites*-félék arányát, vagy a *Ptychites*-féléknek az egész faunához viszonyított százalékarányát használhatjuk.

A legtöbb szelvényszerinti és mennyiségi gyűjtés a legfelső anisusi – alsó ladin rétegtani intervallumot fogja át. Az eddig részletesen begyűjtött 6 szelvény közül 3 (Mencshely, Felsőörs, Vörösberény) medenceterületre, a másik 3 (Szentantalfa, Vászoly, Szentkirályszabadja) pedig tengeralatti magaslatra esik, ami kitűnő lehetőséget kínál az őskörnyezeti eloszlás vizsgálatára. Az összehasonlító vizsgálat elvégzéséhez három rétegtani horizont látszott alkalmasnak: (1) Camunum + Pseudohungaricum szubzóna ("*Lardaroceras* rétegek"), (2) Reitzi szubzóna, (3) Avisianum szubzóna.

A WANG & WESTERMANN (1993) által definiált és a fentiekben körvonalazott csoportok közül az "erősen díszített" formák (*Paraceratites, Asseretoceras, Megaceratites; Kellnerites, Parakellnerites, "Stoppaniceras", Reitziites, Ticinites, Halilucites, Latemarites*), a *Ptychites*-félék és az egyéb formák szubzónánkénti és szelvényenkénti százalékaránya egyszerűen kiszámítható. A számszerű adatok és részletesebb, elemző értékelésük külön dolgozatban kerültek publikálásra (VÖRÖS 1996).

A számított adatok alapján világosan kirajzolódik, hogy az "erősen díszített" formák részaránya rendszeresen kisebb, a Ptychitidaeké pedig nagyobb a medenceterületeken, mint a tengeralatti magaslatokon. Az egyéb formák részaránya szabálytalanul változik.

Az időbeli változást tekintve, az egész területen (a medencékben és a magaslatokon egyaránt) az erősen díszített formák részarányának fokozatos csökkenése és a Pychitidaek részarányának növekedése figyelhető meg. *A III. és a IV. táblázat* az "egyéb formák" példányszámait nem tekintve, csak az "erősen díszített" formák és a Ptychitidaek egymáshoz viszonyított százalékarányait mutatja a medenceterületekre és a tengeralatti magaslatokra összesítve.

III. táblázat – Table III.

MEDENCETERÜLETEK		
szubzóna	erősen díszített%	Ptychitidae%
Avisianum	7	93
Reitzi	12	88
Camunum + Pseudohungaricum	28	72

IV. táblázat – Table IV.

TENGERALATTI MAGASLATOK		
szubzóna	erősen díszített%	Ptychitidae%
Avisianum	23	77
Reitzi	26	74
Camunum + Pseudohungaricum	46	54

Mindezek alapján arra következtethetünk, hogy az anisusi legvégén és a ladin elején a Balaton-felvidéki területrészen a tenger vízmélysége fokozatosan nőtt.

A más fáciesértelmezési módszerekkel is kirajzolható tengeralatti magaslatok és medencék közötti vízmélység különbség az ammonoidea faunák eloszlásában is tükröződik. A faunák mennyiségi kiértékelése alapján a mélységkülönbségek kalibrációja is lehetségesnek látszik (VÖRÖS 1996). Az OTKA téma keretében végzett előzetes értékelés szerint a vizsgált időintervallum alatt a vízmélység növekedése nagyjából azonos lehetett a medencék és a magaslatok közötti mélységkülönbséggel. Tehát, ha például a Camunum szubzóna idejére a legsekélyebb helyzetű magaslatok mélységét 100 m-re, a medencékét pedig 200 m-re becsüljük, akkor a Avisianum szubzóna idejére 200, illetve 300 m-es tengermélység adódik.

Ostracoda (MONOSTORI M.)

A Balaton-felvidék anisusi képződményeiből feldolgozásra került a felsőörsi Forráshegy szelvényének Felsőörsi Formációba sorolt mészköveinek és márgáinak faunája (KOZUR 1970, MONOSTORI 1995). A mennyiségi faunaösszetétel viharhullámbázis alatti, mélyszublitorálistól a bathyális felé mélyülő medenceterületet jelez, melybe a Horoghegyi Tagozat képződése idején jelentős mennyiségű üledék zúdult be a környező sekély szublitorális vízmélységű területről. Ezért egyes rétegekben a jellegzetes sekély szublitorális formák (*Lodobairdia, Nodobairdia*) a fauna 50%-át is alkothatják, váltakozva a mélyebb vízre jellemző *Bairdia* (*Urobairdia*) túlsúlyát mutató rétegekkel. A Bocsári Tagozat faunájából már hiányoznak a sekély szublitorális környezetre utaló elemek, legfelül gyéren (nagy mennyiségű mintavétel esetén 1% alatti mennyiségben) már észlelhetők a Kozur (1970) által leírt, mély vizekre jellemző, ún. psychrosphaerikus, különlegesen díszített formák.

A ladin emelet alsó részének tufába települt márgái és mészkövei jelentős részben bizonyos mértékig kovásodottak, ezek híg savas oldással nyert faunáiban az említett psychrosphaerikus formák jelentősebb mennyiségben fordulnak elő. Ugyanez vonatkozik az efölött következő Nemesvámosi Mészkő egyes rétegeinek faunájára is. A fauna fő tömegét az egész ladinban azok a jellegzetes mélyvízi formák alkotják, melyek az anisusi felső részén jutottak uralomra.

Gazdag alsó-ladin ostracoda együttesek kerültek elő a Vászoly P-11/a és Mencshely-I. szelvényekből. E faunákban sekély szublitorális környezetre utaló elemek nincsenek. Azok a díszített formák (*Ptychobairdia*), melyeket már KOZUR (1971) a többi díszített Bairdiidaehoz képest mélyebbvízinek tartott, határozottan a makrofaunás lencsékhez kötődnek. Elképzelhető, hogy ezek a lencsék "sea-mount" jellegű mélyszublitorális területekről epizódikusan a mélyebb medencébe áthalmozott üledékek. Mivel ez egyaránt jellemző a bentosz makrofaunát és a jóformán csak ammoniteszt és krinoideát tartalmazó rétegekre, megfontolásra érdemes az a kérdés is, hogy a mélyszublitorális "sea-mountok" (tengeralatti magaslatok) térsége lehetett-e egyfajta ammonitesz-gyülekezőhely?

Hasonló képet mutat a fiatalabb ladin Nemesvámosi Mészkő Tagozat faunája a nemesvámosi szelvényben (Katrabóca). A terület bathyalis medence része volt, mélyszublitorális tengeralatti magaslatokkal.

A rokon környezet hatására az ammoniteszek alapján különböző korú képződmények ostracoda faunája még %-os összetételre nézve is gyakran közel azonos.

Az ostracoda fauna változása a Balaton-felvidéken egyre fokozódó tengermélyülést mutat a középső-triászban, mely a ladinban érte el a maximumát. A jellegzetes fauna eloszlása alapján mélyszublitorális környezetként jellemezhető tengeralatti magaslatok körvonalazhatók a medencén belül.

Brachiopoda (PÁLFY J.)

Brachiopodák igen sok (több mint tucatnyi) lelőhelyről kerültek elő az anisusi és a ladin emeletből egyaránt. Jól értékelhető, nagy példányszámú faunát szolgáltató, részletes gyűjtés azonban főként négy anisusi lelőhelyen (Köveskálon, Aszófőn, Felsőörsön és Iszkaszentgyörgyön) történt, ezek alkalmasak összehasonlító őskörnyezeti értékelésre. A brachiopoda faunák rendszertani feldolgozását és paleoökológiai értékelését PÁLFY József részben már publikálta (PÁLFY 1986, 1988, 1991, 1994); itt csak a paleoökológiai, ősföldrajzi szempontból legfontosabb következtetéseket foglaljuk össze.

(1) Iszkaszentgyörgy kis fajszámú faunája (*Coenothyris vulgaris–Lingula tenuissima* társulás) árapályöv alatti, sekély, iszapos aljzatot jelez. Ezt a mélységövet szedimentológiai vizsgálatokkal, a rétegsorban hullámveréses vagy viharüledékek felfedezésével lehetne kétséget kizáró módon igazolni.

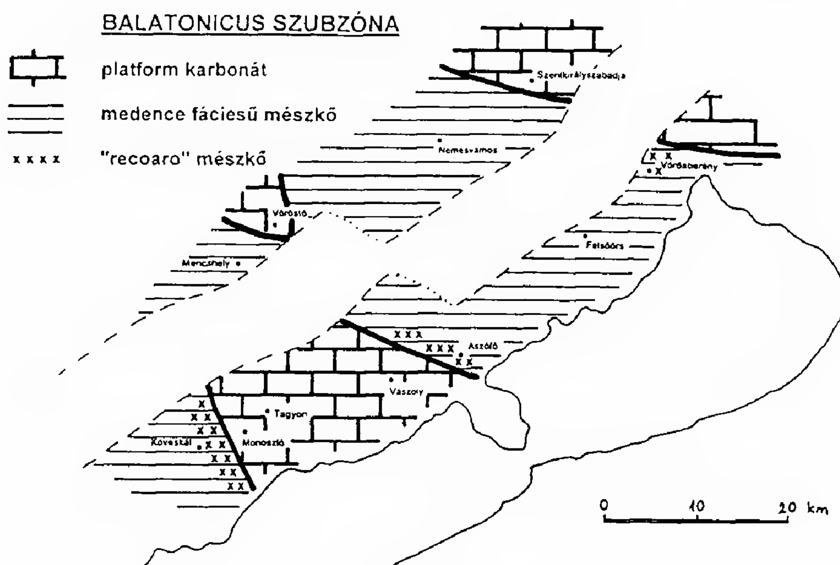
(2) A köveskáli fauna (*Mentzelia mentzeli–Tetractinella trigonella* társulás) eredeti élőhelye sekély, mozgatott vizű, szilárd aljzatú lehetett, amit a nagyméretű, vastaghéjú egyedek előfordulása és a viszonylagos fajgazdagság igazol. A betemetődési mélység különböző modellek alapján ellentmondásosan értelmezhető: a coquina vagy gravitációs úton egy kiemelt helyzetű blokk ("sea-mount"), esetleg foltzátony előterében a vető-letörés, illetve a zátonylejtő lábánál, viszonylag nagyobb mélységben halmozódott fel, vagy viharhullámbázis feletti üledékképződés terméke (tempesztit).

(3) Az Aszófőn észlelt fajgazdagsági maximum az üledékcsuszamlásos áthalmozódás különböző biotópok faunáját keverő hatásának eredménye. A lejtőüledék átmeneti vízmélységben, sekély, gazdag élővilágú területek tőszomszédságában rakódott le.

(4) Felsőörsön az egyedi *Caucasorhynchia altaplecta–Trigonirhynchella attilina* társulás valószínűleg nyugodt vizű, nem túl nagy mélységű helyi medence környezetet jelöl, ahová a közeli lejtőkről időnként behordódtak egyéb faunaelemek is.

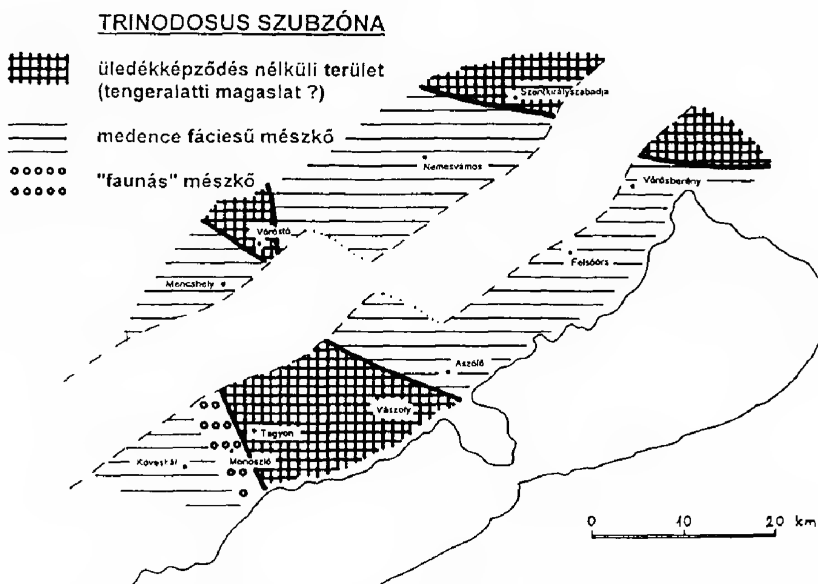
Ősföldrajz
(VÖRÖS A. – BUDAI T.)

Az előző fejezetekben számos ősföldrajzi utalás vagy következtetés található, ezek megismétlése helyett ebben a fejezetben egy általános ősföldrajzi kép felvázolására törekszünk. Az ősföldrajzi viszonyokat és azok változásait a vizsgált



3. *ábra.* A Balaton-felvidék fáciestérképe a Balatonicus szubzóna idején

Fig. 3. Facies map of the Balaton Highland during the Balatonicus Subzone



4. *ábra.* A Balaton-felvidék fáciestérképe a Trinodosus szubzóna idején

Fig. 4. Facies map of the Balaton Highland during the Trinodosus Subzone

rétegtani intervallumot átfogó módon, hat időhorizontot bemutató térképsorozaton szemléltetjük. A térképek (1) a Balaton-felvidéknek azt a szűkebb területét mutatják, ahonnan viszonylag részletes adatok állnak rendelkezésre, (2) palinszpasztikusak, amennyiben a Litéri feltolódás mentén mintegy 10 km-es térrövidülést feltételezve, az ennek megfelelő sávot ismeretlenként (fehéren hagyva) ábrázolják, (3) tulajdonképpen nem ősföldrajzi, hanem fáciestérképek, amennyiben a jellegzetes (lito)fáciesek eloszlását mutatják, amiből azonban közvetlen ősföldrajzi következtetések vonhatók le.

Balatonicus szubzóna *(3. ábra)*

A területen két nagyobb (Szentkirályszabadjától ÉK-re, illetve Monoszló és Vászoly között) és egy kisebb karbonátos platform (Vöröstó környékén) rajzolódik ki. A közöttük húzódó, összefüggő medenceterületen szürke, bitumenes mészkő (Felsőörsi Formáció, Bocsári Tagozat + "bitumenes dolomit") felhalmozódása jellemző. A központi, "Tagyoni platform" mindkét lejtője mentén sekélyvízi karbonátos törmelékanyag és biodetritusz átülepítési zóna figyelhető meg (Horoghegyi Tagozat).

Trinodosus szubzóna *(4. ábra)*

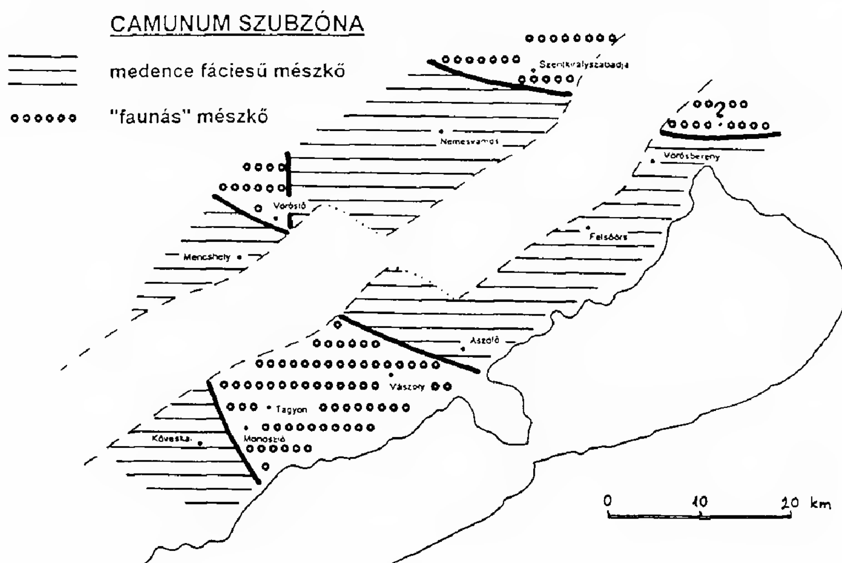
A medenceterületeken továbbra is szürke, gyakran tűzköves mészkő (Felsőörsi Mészkő, Forráshegyi Tagozat) lerakódása a jellemző. A korábbi aktív karbonátplatformok viszonylagosan kiemelt helyzetüket megtartva, többnyire üledékképződés nélküli területekké váltak. Ez a változás elképzelhető a platformok szárazra kerülésével, vagy hirtelen megsüllyedésével ("megfulladás"). A globális eusztatikus görbéken (pl. HAQ et al. 1988) megfigyelhető tendencia inkább az első lehetőség mellett szól. A terepen észlelhető, tektonikus tagolódásra visszavezethető jelenségek (pl. szentkirályszabadjai neptuni telér; monoszlói ammoniteszes mészkő) azonban inkább a tektonikus süllyedést valószínűsítik.

Camunum szubzóna *(5. ábra)*

A medenceterületeken a szürke, márgaközös mészkő (Felsőörsi Mészkő, Bocsári Tagozat) lerakódása folytatódik. Az egykori platformok tetején, üledékhézag után, dús ammonitesz faunát tartalmazó, kondenzált, többnyire barnás színű mészkő (Vászolyi Formáció, "faunás mészkő") jelentkezik, nagy elterjedésben. A mészkőben bentonikus faunaelem (a krinoideákon kívül) alig fordul elő, ami viszonylag mélyvízi, tengeralatti plató környezetre utal.

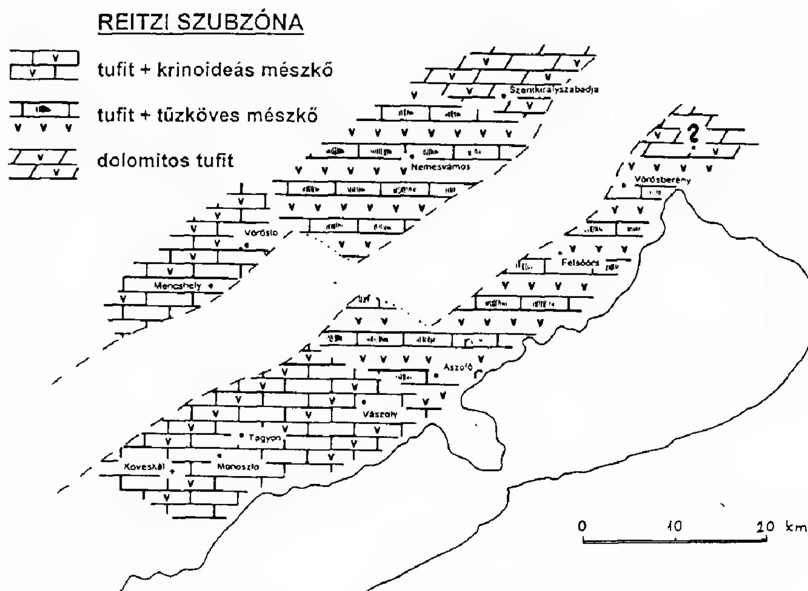
Reitzi szubzóna *(6. ábra)*

A litofáciesek alapjellegét a Vászolyi Formáció általános elterjedésű "pietra verde" tufitja adja. A központi medenceterületen ez tűzköves mészkő betelepüléseket tartalmaz, míg a DNy-i részen (a korábbi aljzati különbségek kiegyen-



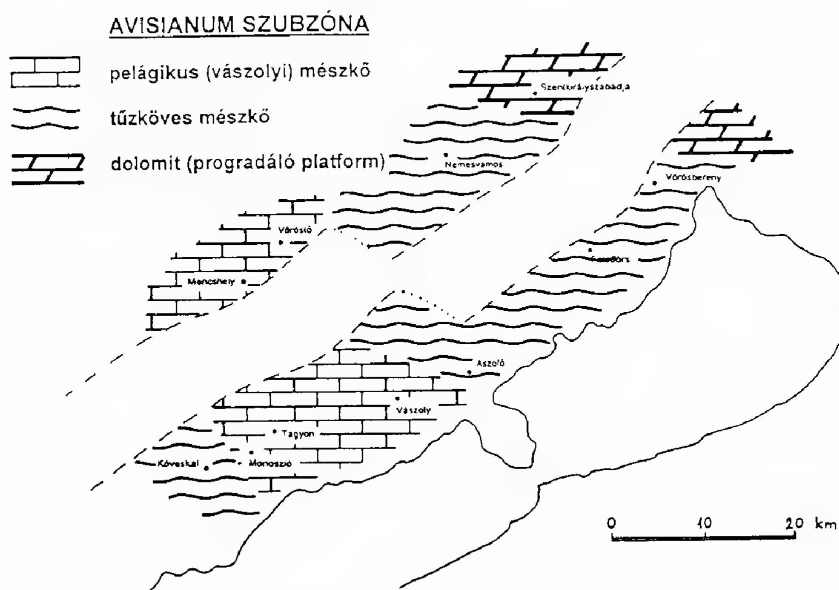
5. *ábra.* A Balaton-felvidék fáciestérképe a Camunum szubzóna idején

Fig. 5. Facies map of the Balaton Highland during the Camunum Subzone



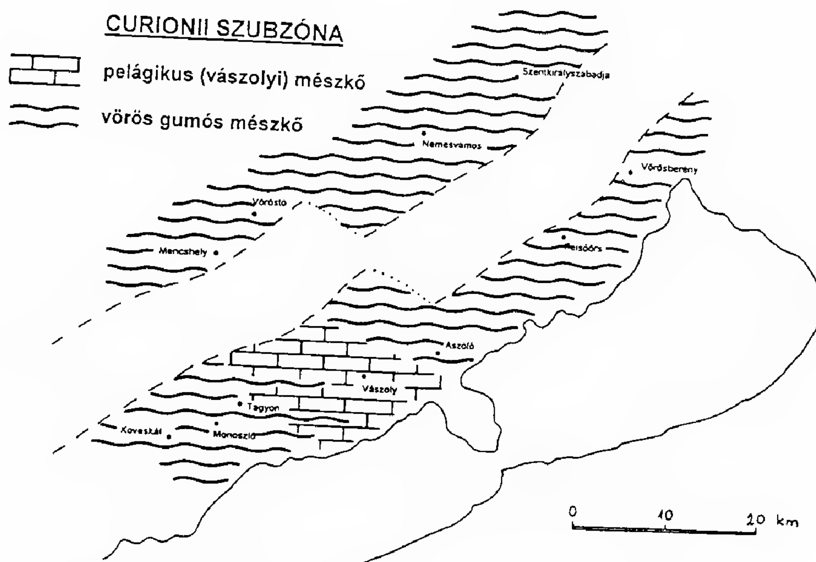
6. *ábra.* A Balaton-felvidék fáciestérképe a Reitzi szubzóna idején

Fig. 6. Facies map of the Balaton Highland during the Reitzi Subzone



7. ábra. A Balaton-felvidék fáciestérképe az Avisianum szubzóna idején

Fig. 7. Facies map of the Balaton Highland during the Avisianum Subzone



8. ábra. A Balaton-felvidék fáciestérképe a Curionii szubzóna idején

Fig. 8. Facies map of the Balaton Highland during the Curionii Subzone

lítődésére utaló módon) általában krinoideás mészkővel váltakozik. A szentkirályszabadjai területen uralkodó dolomitos tufit nem túl távoli, dolomitos platformterület hatását tükrözi.

Avisianum szubzóna *(7. ábra)*

A központi medenceterületet tufittal váltakozó tűzköves mészkő (Buchensteini Formáció, Nemesvámosi Mészkő Tagozat) lerakódása jellemzi. Az elsüllyedt Tagyoni platform továbbra is őrzi viszonylagos kiemelt helyzetét; a kondenzációs horizontokat mutató, tűzkőmentes "vászolyi mészkő" a környező, egykori medenceterületekre (pl. Mencshely) is kiterjed. Szentkirályszabadja környékét eléri egy ÉK-i dolomitplatform progradáló nyelve.

Curionii Zóna *(8. ábra)*

A Tagyoni plató egyes részeit kivéve, ahol a (pelágikus) "vászolyi mészkő" lerakódása folytatódik, az egész területen uralomra jut a vörös, gumós, tűzköves mészkő (Buchensteini Formáció, Nemesvámosi Tagozat). Ez valószínűleg egy jelentős, globális eusztatikus tengerszint emelkedés hatását tükrözi.

Köszönetnyilvánítás

Vizsgálatainkat a 3185. és a 7631. sz. OTKA téma támogatásával végeztük. Terepi munkánkban és faunagyűjtéseink során sokan voltak segítségünkre; közülük GALÁCZ András, SZENTE István és VINCZE Péter nevét emelhetjük ki. Különösen sok köszönettel tartozunk SZABÓ Imre, DOSZTÁLY Lajos és CSILLAG Gábor kollégáinknak, akik nemcsak faunagyűjtéseinkben vállaltak oroszlánrészt, hanem tudományos eszmecseréink során is sok hasznos tanáccsal szolgáltak.

Irodalom – References

BÖCKH J. 1872: A Bakony D-i részének földtani viszonyai. 1. – *Földt. Int. Évk.*, **2/2**, 31–166.

BUDAI, T. 1992: Middle Triassic formations of the Balaton Highland and of the Southern Alps. Stratigraphic correlation. – *Acta Geol. Hung.*, **35/3**, 217–236.

BUDAI T. & DOSZTÁLY L. 1990: A Balaton-felvidéki ladini képződmények rétegtani problémái (Stratigraphic problems associated with the Ladinian formations in the Balaton Highland). – *MÁFI Évi Jel.* 1988, 61–79.

BUDAI T. & VÖRÖS A. 1991: Balaton felvidék, Szentantalfa (Tagyoni Mészkő Formáció, Buchensteini Formáció). – Magyarország geológiai alapszelvényei. Földt. Int. kiadv., Budapest, 5 p.

BUDAI, T. & VÖRÖS, A. 1992: Middle Triassic history of the Balaton Highland: extensional tectonics and basin evolution. – *Acta Geol. Hung.*, **35/3**, 237–250.

BUDAI, T. & VÖRÖS, A. 1993a: The Triassic of the Balaton Highland (Hungary). – *In*: GAETANI, M.(Ed.): Anisian/Ladinian boundary field workshop, Southern Alps – Balaton Highlands, 27 June – 4 July 1993, pp. 74–80, 91–109., Milano, 118 p.

BUDAI, T. & VÖRÖS, A. 1993b: The Middle Triassic events of the Transdanubian Central Range in the frame of the Alpine evolution. – *Acta Geol. Hung.*, **36/1**, 3–13.

BUDAI, T., LELKES, Gy., & PIROS, O. 1993: Evolution of Middle Triassic shallow marine carbonates in the Balaton Highland (Hungary). – *Acta Geol. Hung.*, **36/1**, 145–165.

De ZANCHE, V. & GIANOLLA, P. 1995: Buchenstein – Ladinian – Reitzi Zone: a more than a centennial misunderstanding. – *Albertiana*, **15**, 75–81.

FARABEGOLI, E., LEVANTI, D., PERRI, M. C. & VENERI, P. 1984: M. Bivera Formation: an atypical Middle Triassic "Rosso ammonitico" facies from Southern Alps (Italy). – *Giorn. Geol.*, **46/2**, 33–46, Bologna.

HAAS J. (ed.) 1993: Magyarország litosztratigráfiai alapegységei. Triász. – Földt. Int. kiadv., Budapest, 278 p.

HAQ, B.U., HARDENBOL, J., & VAIL, P.R. 1988: Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level changes. – *In*: Sea-level changes – an integrated approach. SEPM Special Publication, 42, 71–108.

KOVÁCS, S., NICORA, A., SZABÓ, I. & BALINI, M. 1990: Conodont biostratigraphy of Anisian/Ladinian boundary sections in the Balaton Upland (Hungary) and in the Southern Alps (Italy). – *Courier Forsch.-Inst. Senckenberg.*, **118**, 171–195.

KOZUR, H. 1970: Neue Ostracoden-Arten aus dem Obersten Anis des Bakonyhochlandes (Ungarn) – *Berichte Nat. Med. Ver. Innsbruck*, **58**, 1–40.

KOZUR, H. 1971: Die Bairdiacea der Trias. I–III – *Geol.– Paläont. Mitt. Innsbruck*, **1/3**, 1–27, **1/5**, 1–21, **1/6**, 1–18.

LÓCZY L., id. 1913: A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. – A Balaton. tud. tanulm. eredményei., 1/1, Budapest, 617 p.

MONOSTORI, M. 1995: Environmental significance of the Anisian Ostracoda fauna from the Forrás Hill near Felsőörs (Balaton Highland, Transdanubia, Hungary). – *Acta Geol. Hung.*, **39/1**, 37–56.

ORAVECZNÉ SCHEFFER A. 1987: A Dunántúli-középhegység triász képződményeinek Foraminiferái. – *Geol. Hung., Ser. Pal.*, 50, 1–331.

PÁLFY J. 1986. Balaton-felvidéki középső-triász brachiopoda faunák vizsgálata (Investigations on Middle Triassic brachiopod faunas from the Balaton Highland (Transdanubian Central Range, Hungary)). – *Ősl. Viták (Discuss. Palaeont.)*, **33**, 3–52. (Angol összefoglalással)

PÁLFY, J. 1988: Middle Triassic rhynchonellids from the Balaton Highland (Transdanubian Central Range, Hungary). – *Annales Historico-Naturale Musei Nationalis Hungarici*, **80**, 25–46.

PÁLFY, J. 1991: Paleoecological significance of Anisian (Middle Triassic) brachiopod assemblages from the Balaton Highland (Hungary). – *In*: D.I. MACKINNON, D.E. LEE, and J.D. CAMPBELL (eds.): Brachiopods through Time., Balkeema, Rotterdam, 241–246.

PÁLFY J. 1992: Anizuszi (középső triász) brachiopoda paleobiogeográfia az alp-kárpáti térségben (Anisian (Middle Trassic) brachiopod paleobiogeography in the Alpine–Carpathian region). – *Ősl. Viták (Discuss. Palaeont.)*, **38**, 59–69. (Angol összefoglalással)

PÁLFY, J. 1994: Paleoecological, biostratigraphic and paleobiogeographic fingerprints of brachiopod faunas: case studies from the Anisian of Hungary. – *In:* J. GUEX and A. BAUD (eds.): Recent Developments on Triassic Stratigraphy., *Mémoires de Géologie* (Lausanne), **22**, 115–120.

SENOWBARY-DARYAN, B., ZÜHLKE, R., BECHSTÄDT, Th. & FLÜGEL, E. 1993: Anisian (Middle Triassic) Buildups of the Northern Dolomites (Italy): The Recovery of Reef Communities after the Permian/Triassic Crisis. – *Facies*, **28**, 181–256.

SZABÓ I. 1972: Triász. – *In:* DEÁK, M. (ed.): Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L-33-XII. Veszprém., MÁFI, Budapest, 35–72.

SZABÓ, I., KOVÁCS, S., LELKES, Gy. & ORAVECZ-SCHEFFER, A. 1980: Stratigraphic investigation of a Pelsonian-Fassanian section at Felsőörs (Balaton Highland, Hungary). – *Riv. It. Paleont. Strat.*, **85/3–4**, 789–806.

TATZREITER, F. & VÖRÖS, A. 1991: Vergleich der pelsonischen (Anis, Mitteltrias) Ammonitenfaunen von Grossreifling (Nördliche Kalkalpen) und Aszófő (Balaton-Gebiet). – *In:* Jubiläumsschrift 20 Jahre Zusammenarbeit Österreich – Ungarn, Teil 1: 247–259.

VIEL, G. 1979: Litostratigrafia ladinica: una revisione. Riconstruzione paleogeografica e paleostrutturale dell'area Dolomitico-cadorina (Alpi Meridionali). – *Riv. Ital. Pal.*, **85/1**, 85–125; **85/2**, 297–352.

VÖRÖS, A. 1987: Preliminary results from the Aszófő section (Middle Triassic, Balaton area, Hungary): a proposal for a new Anisian ammonoid subzonal scheme. – *Fragm. Min. et Pal.*, **13**, 53–64.

VÖRÖS A. 1988: Az aszófői anizusi alapszelvény vizsgálatának előzetes őslénytani és biosztratigráfiai eredményei. – *Ősl. Viták*, **34**, 75–96.

VÖRÖS, A. 1993: Redefinition of the Reitzi Zone at its type region (Balaton area, Hungary) as the basal zone of the Ladinian. – *Acta Geol. Hung.*, **36/1**, 15–38.

VÖRÖS, A. 1996: Environmental distribution and bathymetric significance of Middle Triassic ammonoid faunas of the Balaton Highland (Hungary). – *Fragm. Min. et Pal.*, **18**, 5–17.

VÖRÖS, A. & PÁLFY, J. 1989: The Anisian/Ladinian boundary in the Vászoly section (Balaton Highland, Hungary). – *Fragm. Min. et Pal.*, **14**, 17–27.

VÖRÖS, A., SZABÓ, I., KOVÁCS, S., DOSZTÁLY, L. & BUDAI, T. 1996: The Felsőörs section: a possible stratotype for the base of the Ladinian stage. – *Albertiana* **17**, 25–40, Münster.

WANG, Y. & WESTERMANN, G. E. G. 1993: Paleoecology of Triassic ammonoids. – *Géobios, M. S.*, **15**, 373–392.

A kézirat beérkezett: 1996. 09. 12.

Táblamagyarázat – Explanation of Plates

I. tábla – Plate I

1. Sekélytengeri, árapályövi, mészalgás (Physoporella sp.), utólagosan dolomitosodott mészkő. A metszetben látható Dasycladaceae-k közötti teret főként kékeszöld alga eredetű, pórusos algaszőnyeg tölti ki. Pelsoi, Megyehegyi Formáció. Szentkirályszabadja, "repülőtéri kőfejtő". Vékonycsiszolat, negatív kép, N = 4,5X
Shallow marine, intertidal, dolomitized limestone with calcareous algae (Physoporella sp.). The pore space between the Dasycladacean skeletons is filled mainly by porous algal mat of blue-green algal origin. Pelsonian, Megyehegy Formation. Szentkirályszabadja, quarry at the airport. Thin section, negative print, x4.5
2. Vadózus karbonát (vadolit). A pizoidok (a képen a nagy, jól észlelhető cortex-szel rendelkező szemcsék) közötti tér jelentős részét mikroidokból álló mátrix tölti ki. A vadózus pizoidok nucleusa esetenként mollusca héjtöredék. A tengeri ősmaradványok és a vadoidok együttes előfordulása azt mutatja, hogy a kőzet tengeri vadózus környezetben keletkezett. Pelsoi, Megyehegyi Formáció. Szentkirályszabadja, "repülőtéri kőfejtő". Vékonycsiszolat, negatív kép, N = 2,2X
Vadose carbonate (vadolite). Most of the pore space between the pisoids (large grains with well-defined cortex in the picture) is filled by a matrix of microids. Occasionally, the nuclei of the vadose pisoids are molluscan shell fragments. The co-occurrence of vadoids and marine shells proves that the rock was formed in marine vadose environment. Pelsonian, Megyehegy Formation. Szentkirályszabadja, quarry at the airport. Thin section, negative print, x2.2

II. tábla – Plate II

1. Vadolit szövetrészlet. A képen három jellegzetes vadózus pizoid (vadoid) és a köztük lévő, mikroid méretű vadózus szemcsékből álló mátrix látható. Figyeljük meg a vadoidok közötti, jellemző pontérintkezéseket! Pelsoi, Megyehegyi Formáció. Szentkirályszabadja, "repülőtéri kőfejtő". Vékonycsiszolat, negatív kép, N = 17X
Detail of a vadolite texture. The figure shows three characteristic vadose pisoids (vadoids) and the intergranular matrix of vadose grains of microid size. Note the diagnostic point-contacts between the vadoids. Pelsonian, Megyehegy Formation. Szentkirályszabadja, quarry at the airport. Thin section, negative print, x17
2. Molluscás onkopátit betelepülés vadózus karbonátban. A kép alsó és felső negyedében tipikus vadolit látható. A főként onkoidokból álló mikrorétegben lévő ammonites házon sztromatolitos bekérgezés látható. Pelsoi, Megyehegyi Formáció. Szentkirályszabadja, "repülőtéri kőfejtő". Vékonycsiszolat, negatív kép, N = 2,5X
Molluscan oncosparite intercalation in vadose carbonate. Typical vadolite is seen in the lower and upper quarter of the picture. The ammonoid shell in the oncoidal interlayer has a stromatolitic coating. Pelsonian, Megyehegy Formation. Szentkirályszabadja, quarry at the airport. Thin section, negative print, x2.5

III. tábla – Plate III

1. Szivacstűs mikrit, wackestone. Az alapanyag nagyon finoman kristályos. Pelsoi, Felsőörsi Formáció, Bocsári Tagozat. Aszófő, I. árok, 7. réteg. Vékonycsiszolat, N = 55X
Spiculitic micrite, wackestone. The matrix is very finely crystalline. Pelsonian, Felsőörs Formation, Bocsár Member. Aszófő, trench I, bed 7. Thin section, x55
2. Filamentumos mikrit, wackestone. Az alapanyag finoman kristályos. Pelsoi, Felsőörsi Formáció, Bocsári Tagozat. Aszófő, II. árok, 6. réteg. Vékonycsiszolat, N = 55X
Filamentous micrite, wackestone. The matrix is finely crystalline. Pelsonian, Felsőörs Formation, Bocsár Member. Aszófő, trench II, bed 6. Thin section, x55

IV. tábla – Plate IV

1. A Tagyoni Mészkő lenyesett felszínére éles határral települő ammoniteszes "faunás mészkő" (Vászolyi Formáció, felső-illyr). Szentantalfa, árkolás a falutól délre. Kézipéldány, felületi csiszolat, cm-skála. (Foto: PELLÉRDY Lászlóné)
Dark, ammonite-bearing limestone (Vászoly Formation, Upper Illyrian) resting paraconformably on the truncated surface of the Tagyon Limestone (light). Szentanatalfa, trench, south of the village. Cut and polished hand specimen, scale in centimetres
2. Éles határ a pelsoi Megyehegyi Formáció és a fedő felső-illyr, dolomitosodott "faunás mészkő" (Vászolyi Formáció) között. Szentkirályszabadja, "repülőtéri kőfejtő".(Foto: BUDAI Tamás)
Sharp lithological boundary between the Pelsonian Megyehegy Formation and the uppermost Illyrian, dolomitized Vászoly Formation. Szentkirályszabadja, quarry at the airport

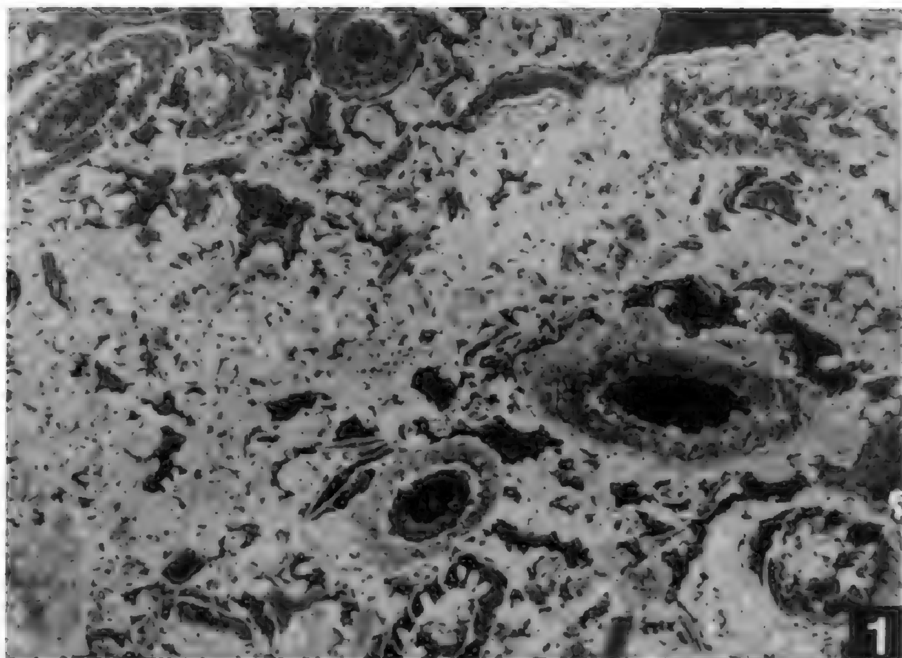
V. tábla – Plate V

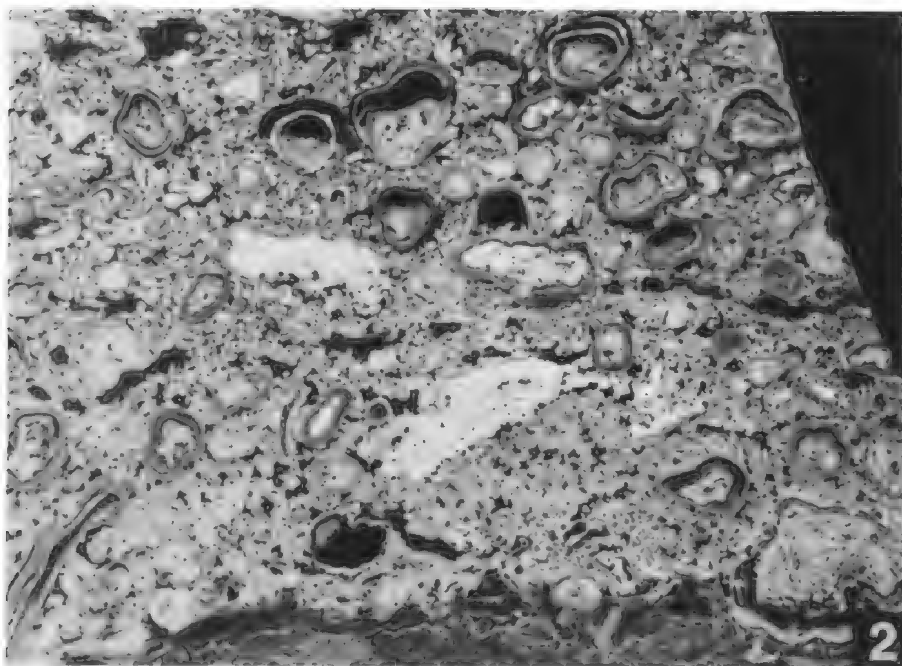
1. A fehér Megyehegyi Formációt harántoló vörös, krinoideás dolomitosodott mészkő anyagú neptuni telér. Szentkirályszabadja, "repülőtéri kőfejtő".(Foto: BUDAI Tamás)
Neptunian dyke of red, crinoidal, dolomitized limestone penetrating into the light-coloured Megyehegy Formation. Szentkirályszabadja, quarry at the airport
2. Krinoideás-molluscás, dolomitosodott biomikrit, packstone. A kép felső pereme mentén vékony mollusca héjtöredékek ("filamentumok") is láthatók. Illyr (?). Szentkirályszabadja, "repülőtéri kőfejtő". Vékonycsiszolat, negatív kép, N = 17X
Crinoidal-molluscan, dolomitized biomicrite, packstone. Thin molluscan shell fragments ("filaments") can be seen along the upper margin of the picture. Illyrian (?). Szentkirályszabadja, quarry at the airport. Thin section, negative print, x17

VI. tábla – Plate VI

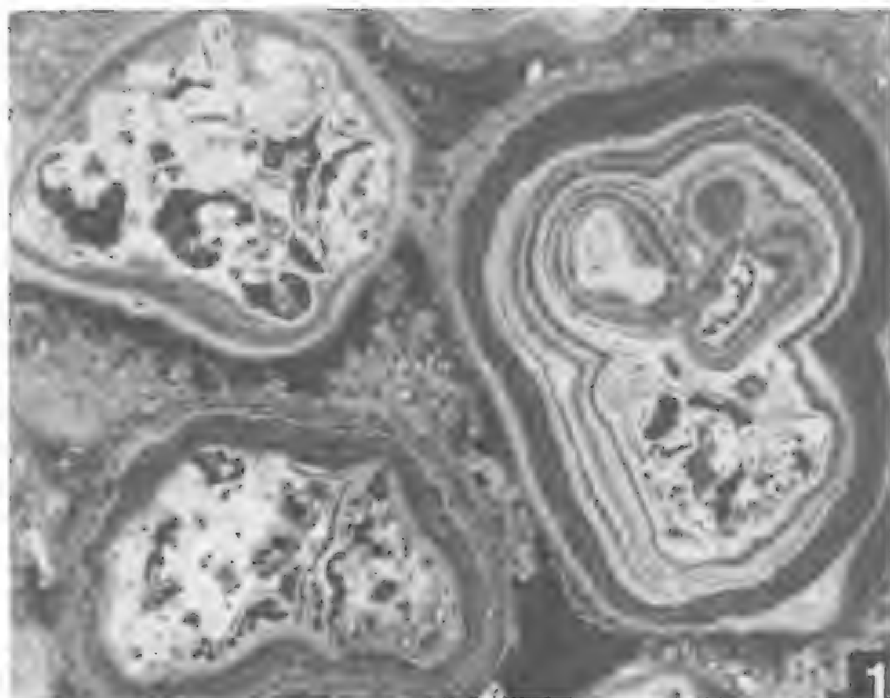
1. Brachiopoda és echinodermata (krinoidea) vázelemek a peloidos/onkoidos mikropátitban (packstone/grainstone). Pelsoi, Felsőörsi Mészkő Formáció, Horoghegyi Tagozat. Aszófő, II. árok, 17. réteg. Vékonycsiszolat, N = 55X
Brachiopod and echinoderm (crinoidal) skeletal elements in peloidal/oncoidal microsparite (packstone/grainstone). Pelsonian, Felsőörs Limestone Formation, Horoghegy Member. Aszófő, trench II, bed 17. Thin section, x55
2. *Diplopora hexaster* PIA töredék a Felsőörsi Mészkő Formáció Horoghegyi Tagozatában. Pelsoi, Aszófő, II. árok, 18. réteg. Vékonycsiszolat, N = 55X
Diplopora hexaster PIA fragment in the Horoghegy Member of the Felsőörs Limestone Formation. Pelsonian, Aszófő, trench II, bed 18. Thin section, x55

I. tábla – Plate I



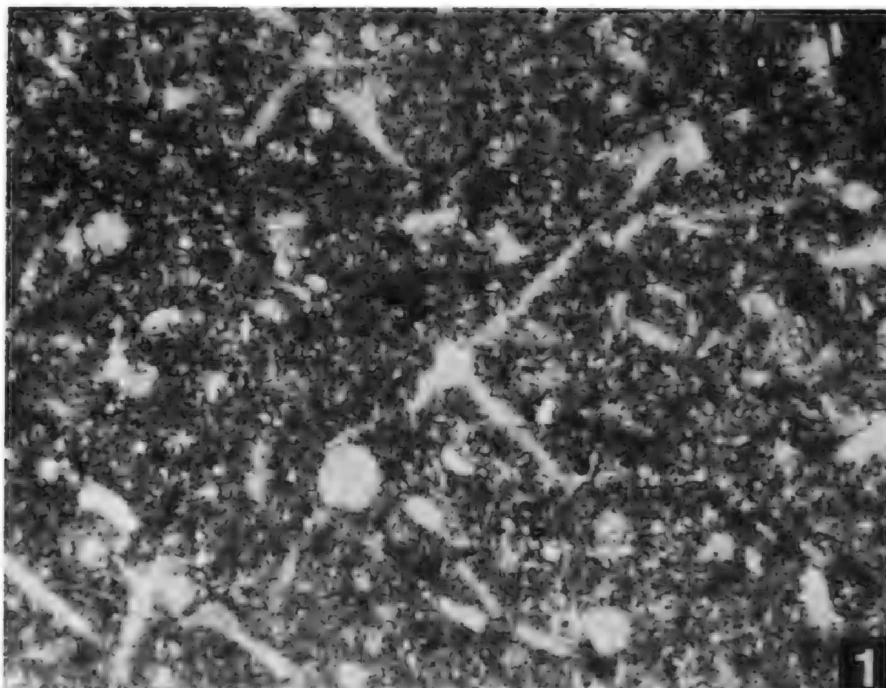


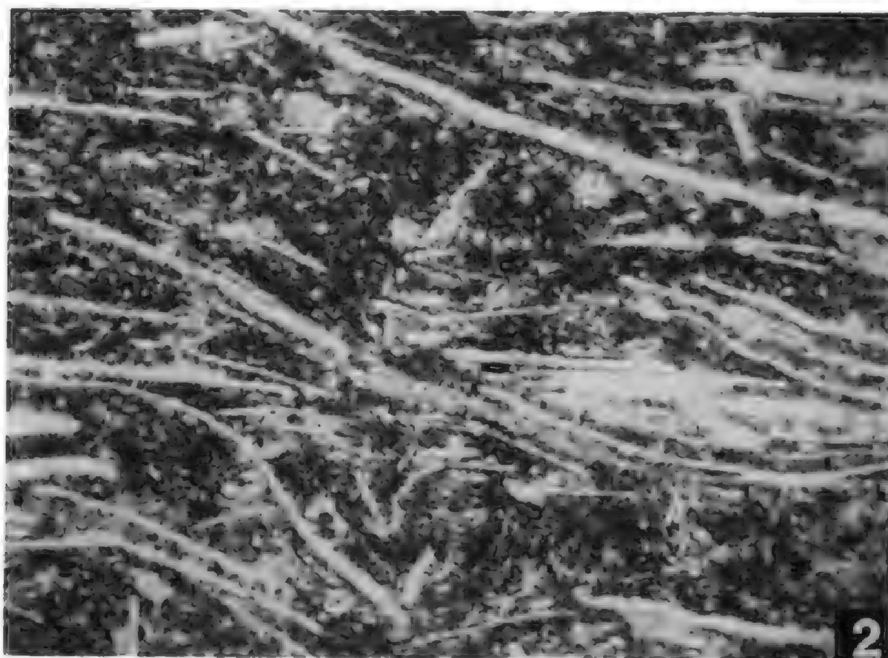
II. tábla – Plate II





III. tábla – Plate III





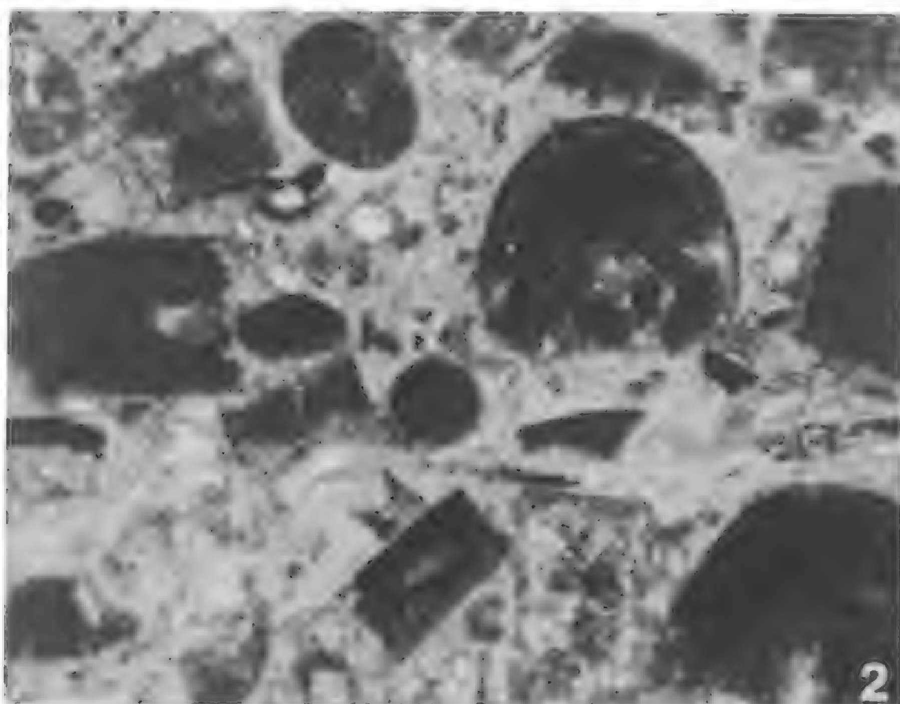
IV. tábla – Plate IV





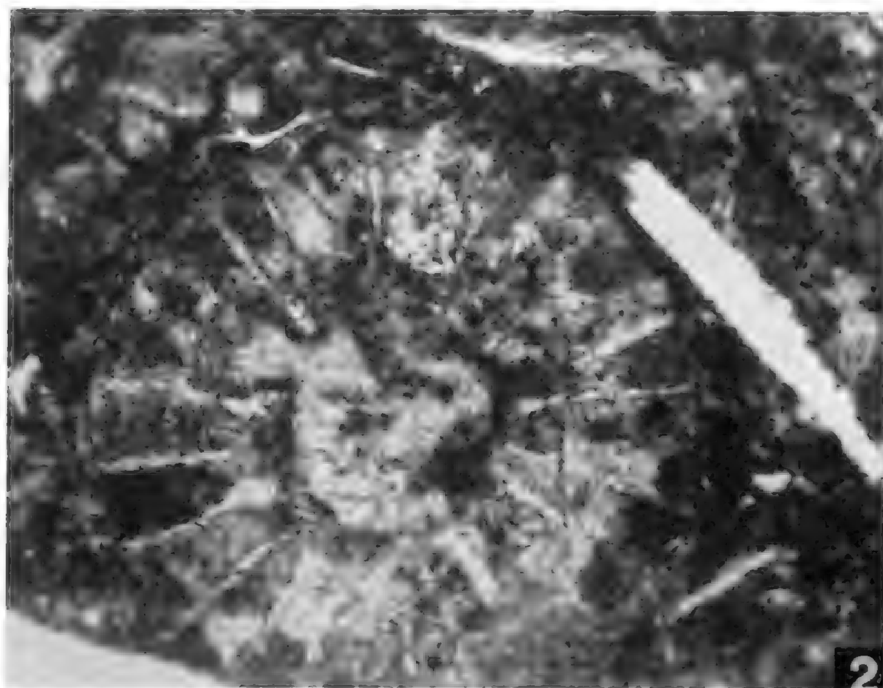
V. tábla – Plate V





VI. tábla – Plate VI





Földtani Közlöny 127/1–2, 179–198 (1997) Budapest

A Rudabánya-690. sz. földtani alapfúrás

Borehole Rudabánya-690.

SZENTPÉTERY Ildikó*

(4 ábra, 1 táblázat)

Abstract

Borehole Rudabánya-690. was drilled in 1981 in the frame of the reambulation of the Aggtelek–Rudabánya Mountains. Its full documentation was completed in manuscript in 1983.

To the depth of 225.5 metres Holocene, Pleistocene, Lower Pannonian and Oligocene–Lower Miocene formations were discovered, then to the depth of 548.2 metres Triassic (–Jurassic) tectonic imbrication series were found, and to the bottom (1005.0 metres) the borehole passed through layers of "parautochthonous" Lower and Middle Triassic sequence. Its exceptional significance is rendered by the fact that within the Mesozoic imbrications of the imbrication series drilled through a thickness of about 300 metres, there is to be seen the synsedimentary interfingering of such formations which in the original Silice Basin belong to the Szőlősardó sequence of a slope facies and to the Bódva sequence of a calm deeper water facies.

The present position of the imbrications and of the sequence having been drilled now indicates more recent tectonic movements, the left-lateral system of the Darnó-zone.

The borehole proved beyond doubt that the iron-ore bearing formations of Rudabánya are tectonically contoured.

Manuscript received: 07. 03. 1997.

Összefoglalás

A Rudabánya-690. sz. földtani alapfúrást az Aggtelek–Rudabányai-hegység földtani reambulációja keretében, 1981-ben mélyítették. Teljes dokumentációja 1983-ban készült el kéziratos formában.

A fúrás 222,5 m-ig holocén, pleisztocén, alsó-pannóniai és oligocén–alsó-miocén képződményeket tárt fel, majd 548,2 m-ig triász (-jura?) tektonikus pikkelysorozatot harántolt, majd talpig (1005,0 m) "parautochton" alsó- és középső-triászban haladt. Rendkívüli jelentőségét az adja, hogy a kb. 300 m vastagságban átfúrt mezozóos pikkelysorozat egyes pikkelyein belül olyan képződmények szinszediment összefogazódása látszik, melyek az eredeti Szilicei üledékgyűjtőben a lejtőfáciesű szőlősardói és a mélyebbvizi, nyugodtabb bódvai rétegsorhoz tartoznak.

A pikkelyeződés és a teljes fúrt rétegsor jelenlegi helyére kerülése fiatal szerkezeti mozgások, a Darnó-zóna balos vízszintes eltolódásrendszerének következménye.

A fúrás egyértelműen bizonyította, hogy a rudabányai vasérces képződmények tektonikusan lehatároltak.

* Magyar Állami Földtani Intézet, 1143 Budapest, Stefánia út 14.

Előszó

A Magyar Állami Földtani Intézetnél a 90-es évek elején történt szerkezetváltás következtében sok olyan, publikálásra előkészített anyag maradt kiadatlanul, melyekről azóta kiderült, hogy pótolhatatlan adatokat, összefoglalásokat tartalmaznak. Az Aggtelek–Rudabányai-hegység esetében ez fokozottan érvényes, ugyanis földtani monográfiája azóta sem jelent meg nyomtatásban annak ellenére, hogy a kézirat szerkesztése és nyomdai előkészítése igen előrehaladott állapotban volt már 1989-ben.

A hazai és nemzetközi szakmai közvélemény, valamint a munkában résztvett kutatók kívánsága találkozott abban az elképzelésben, hogy mind a monográfiát, mind a fiókban porosodó, fontosabb anyagokat megjelentessük hivatkozható, nyomtatott formában.

Ennek a törekvésnek első hírnöke szeretne lenni az alábbi cikk.

Bevezetés

Az Aggtelek–Rudabányai-hegység földtani reambulációja kezdetén, 1981-ben dr. NAGY Elemér témavezető által kitűzött Rudabánya-690. sz. fúrás kivitelezője az Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalat Északmagyarországi Üzemvezetősége volt.

A fúrás tervezett mélysége 1000 m, végleges talpmélysége 1005 m. Részletes leírása és anyagvizsgálatra való előkészítése 1982-ben, a MÁFI rákóczitelepi mintaraktárában történt 0,0–71,7 m-ig, dr. JÁMBOR Áron és KORECZ Andrea, 71,7–169,0 m-ig, dr. RADÓCZ Gyula, 169,0–1005,0 m-ig, dr. KOVÁCS Sándor segítségével (SZENTPÉTERY 1983).

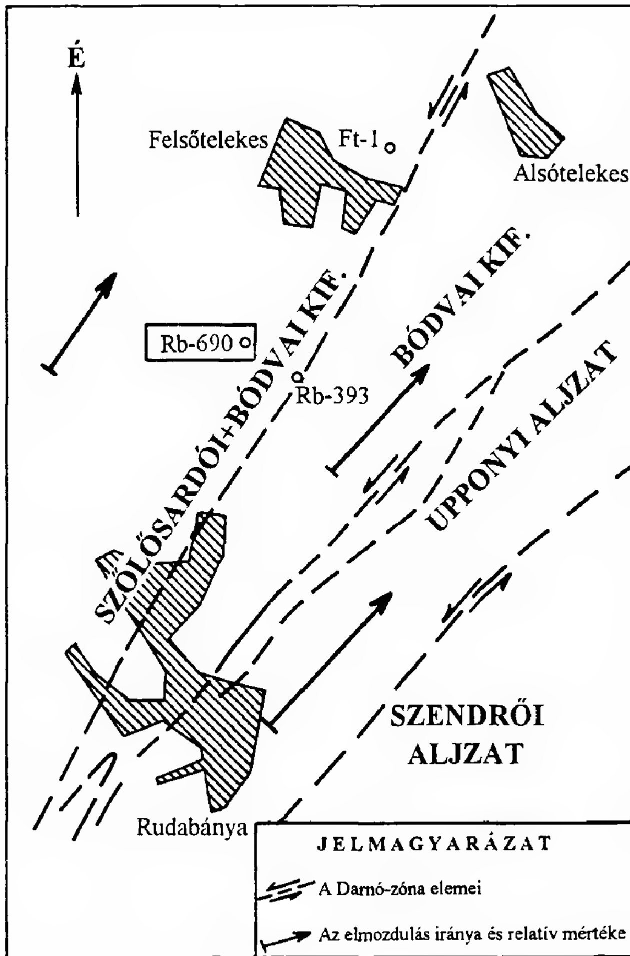
A kőzetminták laboratóriumi vizsgálatát az OFKFV Komlói Laboratóriuma végezte, a specialisták nevét az eredmények közlésekor adjuk meg.

Földtani helyzet

A fúrás a rudabányai vasércbánya külfejtésének ÉNy-i oldalán, fedett területen mélyült (*1. ábra*). Közelében a Drencsány-völgyben felszínen és a környező érckutató fúrások rétegsorában a vasérces képződmények fölött felső-triász hallstatti mészkövek találhatók, melyek PANTÓ (1956) és a térképezés (SZENTPÉTERY 1982) során szerkesztett földtani szelvények szerint ÉNy-i irányban 30°-kal dőlő sík mentén tolódhattak a vasérces összletre. Ezek alapján feltételeztük, hogy a rátolt képződmények alatt megtaláljuk az ércesedés mélybeni, oldalirányú kapcsolatait.

A fúrt rétegsor vázlatosan az alábbi:

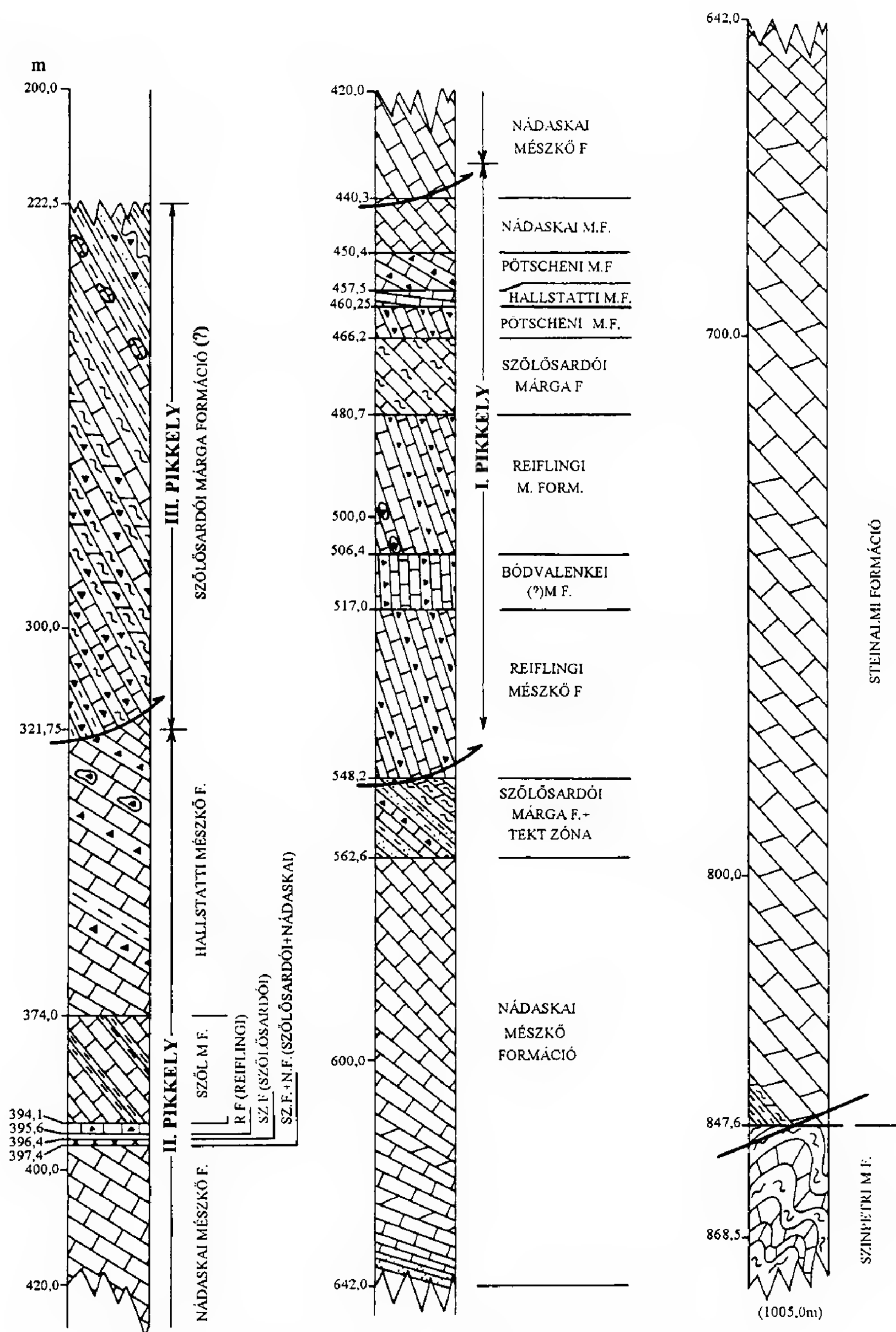
0,0 – 2,0 m	pleisztocén — holocén
2,0 – 6,5 m	pleisztocén
6,5 – 71,7 m	alsó-pannóniai



1. ábra. A Rudabánya-690. sz. fúrás helye

Fig. 1. Location of borehole Rudabánya 690.

71,7 – 175,8 m	alsó-miocén
175,8 – 218,8 m	tektonizált törmelék
218,8 – 222,5 m	oligocén – alsó-miocén (?)
222,5 – 548,2 m	tektonikusan pikkelyezett triász (-jura?) képződmény sorozat (2, 3. *ábra*), melyben az eredetileg egymás mellett képződött, összefogazódott szőlősardói és bódvai típusú rétegek egymás fölött találhatók.
548,2 – (1005,0) m	"parautochton" rétegsor



2. *ábra.* A Rudabánya-690 sz. fúrás kőzettani-szerkezeti szelvénye

Fig. 2. Lithological–structural profile of borehole Rudabánya 690.

A harántolt kőzetrétegtani egységek ismertetése

0,0 – 2,0 m-ig pleisztocén – holocén humusszal kevert tarka agyag.

2,0 – 6,5 m-ig pleisztocén aleuritos agyag és homok.

6,5 – 71,7 m-ig alsó-pannóniai Edelényi Formáció, melyben agyag, huminites agyag, aleuritos agyag, homok, kavicsos homok, kavics, limonitos kötésű kvarckavics-konglomerátum rétegek váltakoznak. Az összlet szintes településű, a homokszakaszok helyenként keresztrétegzettek. Gyakorlatilag faunamentes, csupán néhány szerves vázú mikroplankton került elő (BÓNA in SZENTPÉTERY 1983). Feküjével diszkordánsan érintkezik.

71,7 – 175,8 m-ig eggenburgi – egri transzgressziós sorozat, a Putnoki Slír Formáció települ (SZENTPÉTERY 1988a, b), melynek korát foraminiferák és pollenek alapján (KORECZ J.-né és KERNER B.-né), valamint ostracodák segítségével – (154,0 m- és 169,0 m-ből *Cytheridea eggenburgensis* KOLLMANN és *Bythocypris arcuata* (MUENSTER) – KORECZ A. vizsgálata (in SZENTPÉTERY 1983) – határoztuk meg.

Az uralkodóan zöldesszürke aleurit, homokos aleurit rétegsorban rendre homok- és homokkőrétegek települnek, vízszintestől 30°-ig terjedő rétegdőlésben. Helyenként tektonikus igénybevétel miatt a rétegek települése megállapíthatatlan.

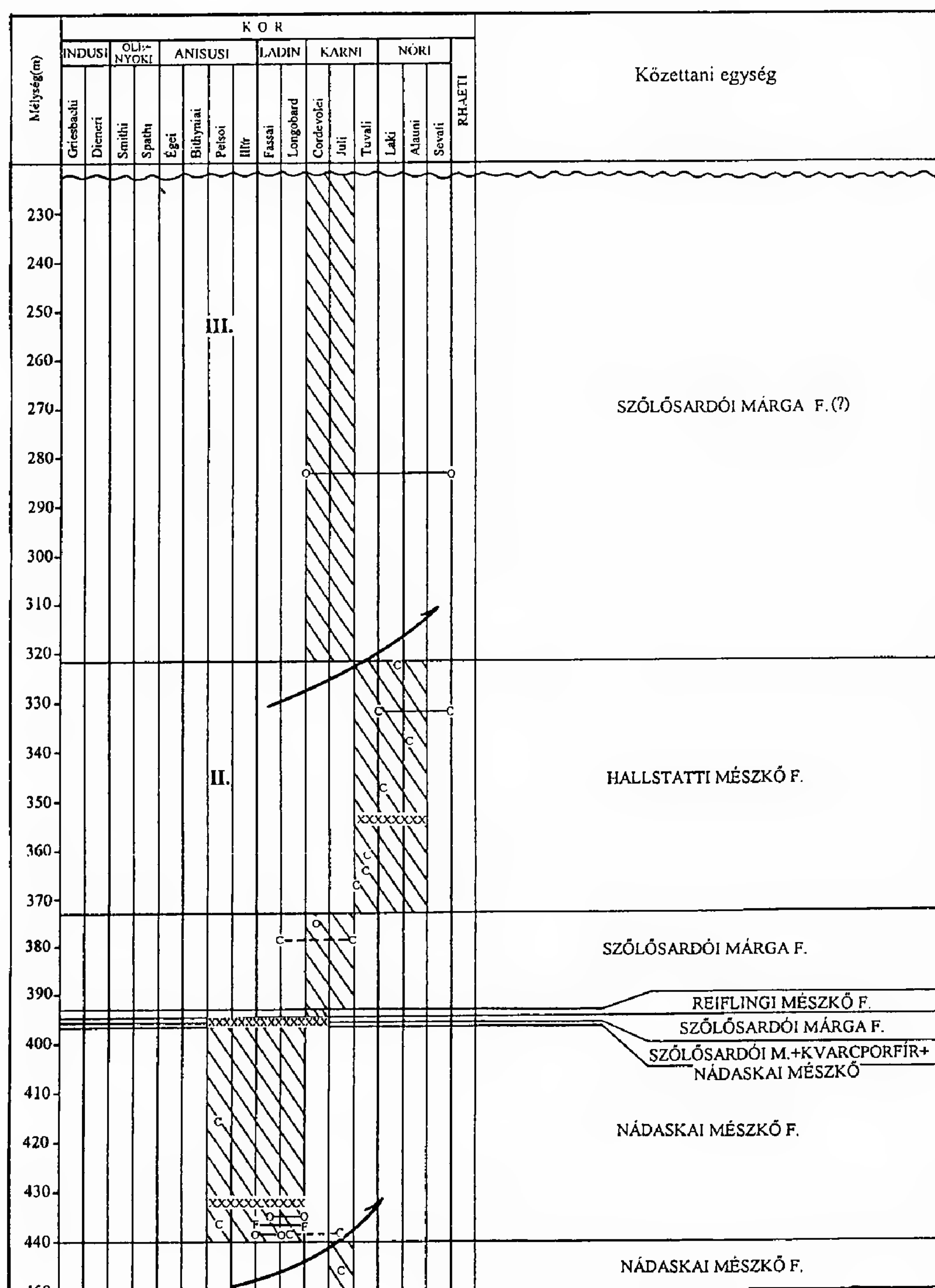
Jellegzetesek a glaukonitszemcsék, melyek szórtan állandóan megfigyelhetők, de egyes szakaszokon (pl. 130,0–131,0 m között) a kőzetalkotó mennyiséget is elérik.

119,0–119,2 m, 122,7–124,5 m és 168,0–168,9 m között tufit-, portufa-, ill. tufás homok közbetelepülések vannak.

169,0–175,8 m között abráziósparti üledék található fúrószervezetek nyomaival és jellegzetes kavicsokkal, melyek anyaga zömmel sötétszürke, tömöttszövetű, fehér kalciteres dolomit (ez a szint esetleg párhuzamosítható a vasércbánya DK-i oldalán, a Barbara-külfejtésben található, Gutensteini Dolomit felszínén kialakult abráziós partszegéllyel, mely ott a Bretkai Formáció feküjét alkotja SZENTPÉTERY 1988 b).

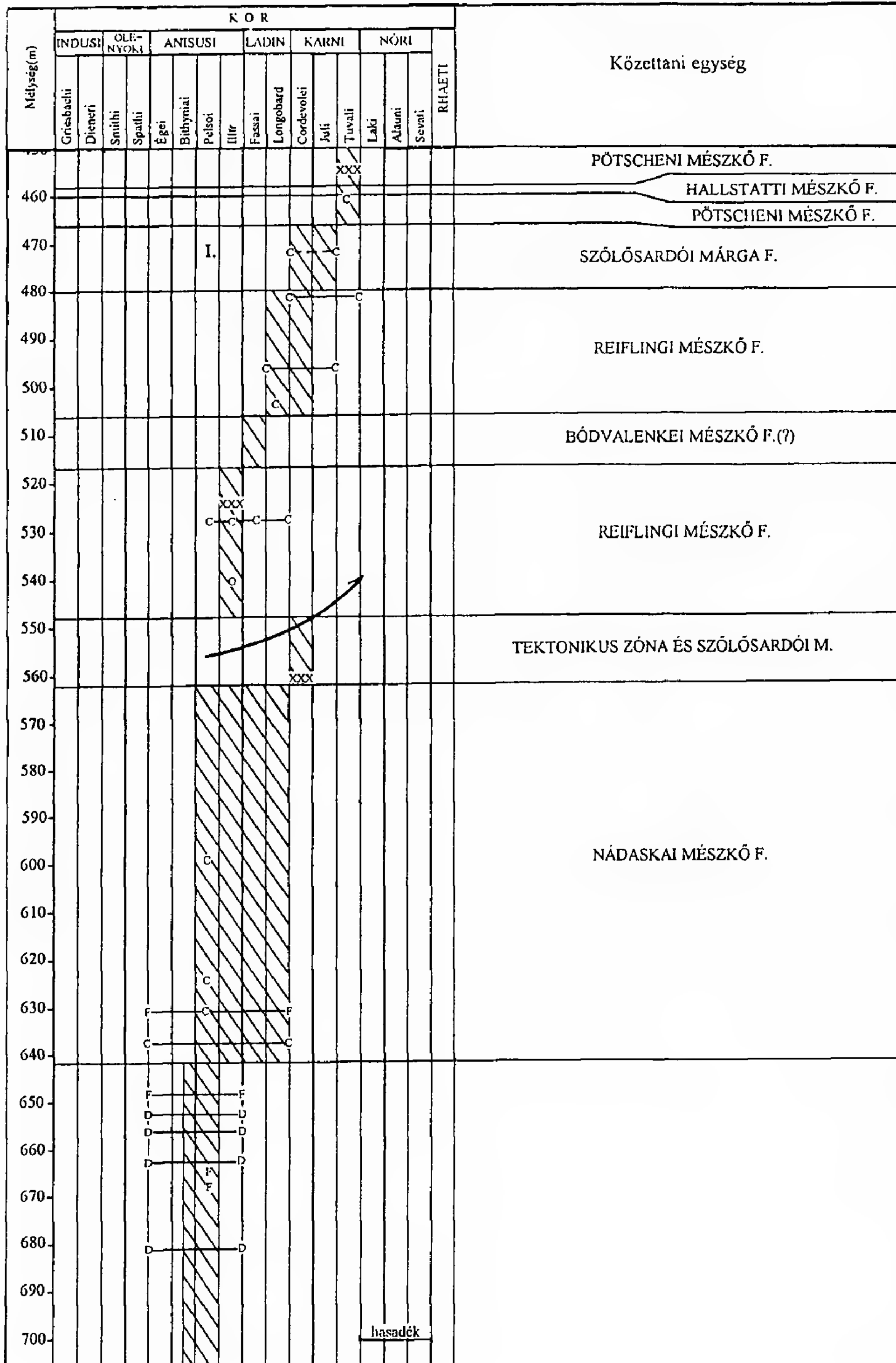
175,8 – 218,8 m-ig a fúrás eddig ismeretlen, kőzettanilag is nehezen minősíthető összletet harántolt. Általában középszürke, fehéresszürke, tektonikusan erősen igénybevett, helyenként préselési lemezességet mutató meszes aleurit, agyag alapanyagában változatos méretű (0,5–30 cm) és anyagú (csillámdús aleurolit, agyagkő, sötétszürke dolomit, vörös radiolarit, fehér kvarcit, sárga márgás mészkő, különféle mészkőtípusok, drapp és szürke tűzkő, rózsaszín kalcit, stb.) szögletes, kerekítetlen törmelékdarabok találhatók rendszertelen helyzetben és eloszlásban.

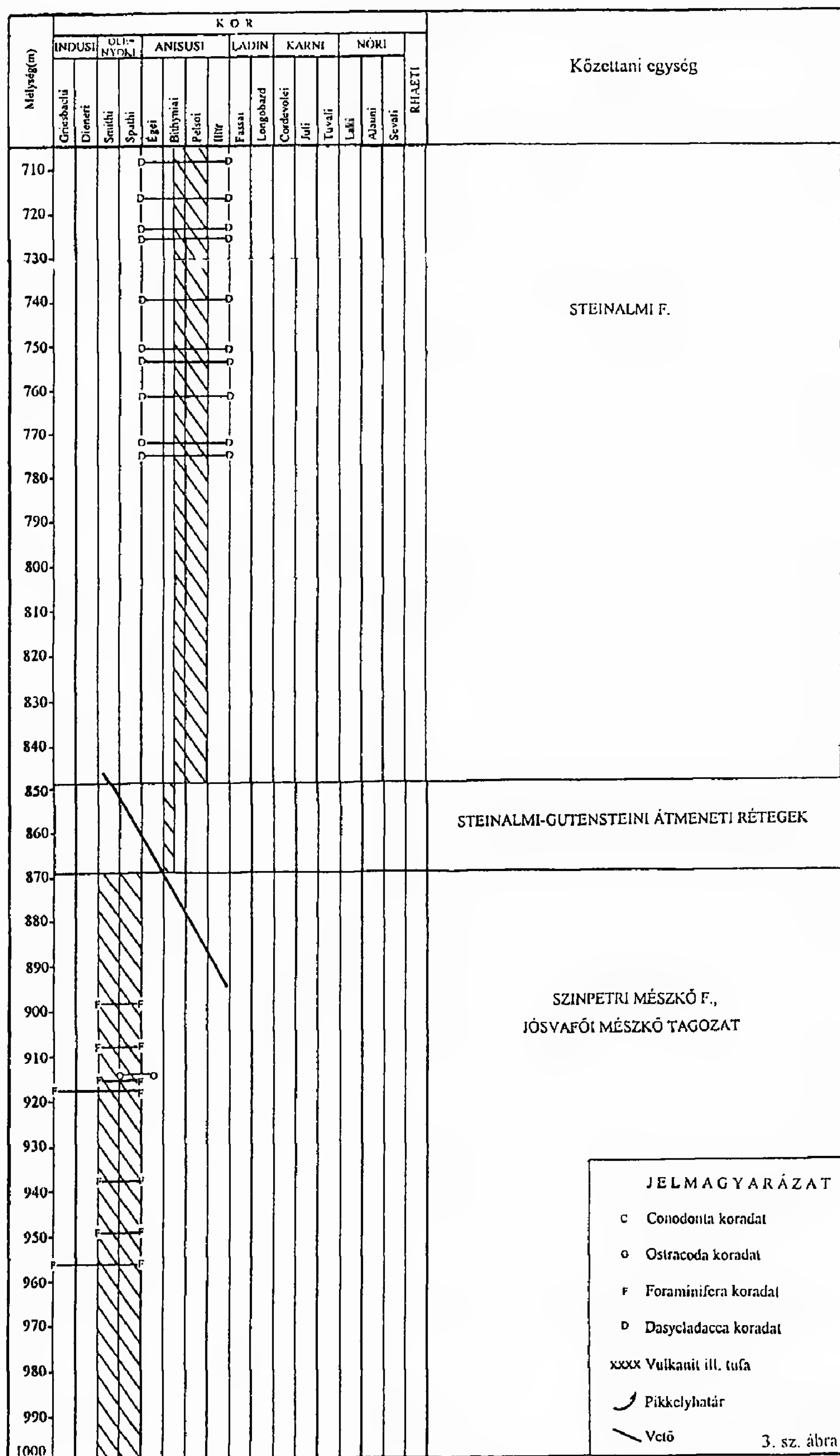
Az anyagvizsgálat (röntgen, DTA) szerint az illit, klorit, kvarc mellett kalcit, dolomit, néhol sziderit (0–28%) alkotja az alapanyag zömét. Pirit rendre előfordul; 206,0 m környezetében 0,5–2 mm-es, pentagondodekaéderes kristályai találhatók tömegesen. Helyenként amfibol, illetve plagioklász jelenléte rögzíthető.



3 a, b,→ c.→ ábra. A Rudabánya-690 sz. fúrás triász szakaszának mélység- idő szelvénye

Fig. 3a, b, c. Depth–time profile of the Triassic sequence of borehole Rudabanya 690.


KOR
INDUSI
OLE-NYOKI
ANISUSI
LADIN
KARNI
NÓRI
RHAETI
Mélység(m)
Griesbachi
Dieneri
Smithi
Spathi
Égei
Bithyniai
Pelsoi
Illír
Fassai
Longobard
Cordevolei
Juli
Tuvali
Laki
Alauni
Sevati
Kőzettani egység
PÖTSCHENI MÉSZKŐ F.
HALLSTATTI MÉSZKŐ F.
PÖTSCHENI MÉSZKŐ F.
SZŐLŐSARDÓI MÁRGA F.
REIFLINGI MÉSZKŐ F.
BÓDVALENKEI MÉSZKŐ F.(?)
REIFLINGI MÉSZKŐ F.
TEKTONIKUS ZÓNA ÉS SZŐLŐSARDÓI M.
NÁDASKAI MÉSZKŐ F.
460
470
480
490
500
510
520
530
540
550
560
570
580
590
600
610
620
630
640
650
660
670
680
690
700
I.
hasadék


KOR
INDUSI
OLE-NYOKI
ANISUSI
LADIN
KARNI
NÓRI
RHAETI
Mélység(m)
Griesbachi
Dieneri
Smithi
Spathi
Égei
Bithyniai
Pelsói
Illír
Fassai
Longobard
Cordevolei
Juli
Tuvali
Laki
Alauni
Sevati
Közettani egység
STEINALMI F.
STEINALMI-GUTENSTEINI ÁTMENETI RÉTEGEK
SZINPETRI MÉSZKŐ F.,
JÓSVAFŐI MÉSZKŐ TAGOZAT
710
720
730
740
750
760
770
780
790
800
810
820
830
840
850
860
870
880
890
900
910
920
930
940
950
960
970
980
990
1000
JELMAGYARÁZAT
C Conodonta koradat
O Ostracoda koradat
F Foraminifera koradat
D Dasycladacea koradat
xxxx Vulkanit ill. tufa
Pikkelyhatár
Vető

3. sz. ábra

195,0 m-, 196,2 m- és 212,7 m-ből tercierre jellemző *Cyclicargolithus floridanus* (ROTH et HAY) és *Reticulofenestra bisecta* (HAY et al.), illetve mezozóos (valószínűleg jura) *Watznaueria* sp. és *Ellipsagelosphaera britannica* (STRADNER) nannoplankton alakokat határozott meg BÁLDINÉ BEKE M. Az Aggtelek–Rudabányai-hegységből ezek voltak az első mezozóos coccolith-leletek, amelyek ebben a zavart összletben ugyan nem értékelhetők, biztosan áthalmozottak, de meglétük mindenképpen figyelemreméltó. Egyéb ősmaradványt nem találtunk.

Genetikai értelmezésére két lehetőség kínálkozik: lejtőtörmelék és/vagy szerkezeti mozgás közben keletkezett kevert üledék. Az első feltételezés mellett szólnak az illit kristályossági értékek (2 Θ = 0,3–0,45), melyek a diagenetikus zónára jellemzők, nem mutatnak tektonikus hatást. A második értelmezés igazára a kőzet megjelenése, láthatóan erős igénybevettsége, valamint a helyi törmelékanyag mellett szép számmal előforduló, a környezetből ismeretlen kőzettípus szögletes darabjai utalnak.

1982-ben a Felsőtelekes-1. sz. fúrás 30,7 – 47,0 m-ig ugyanezt a képződményt harántolta.

218,8 – 222,5 m között uralkodóan mészkőkavicsokból álló konglomerátum található, melynek mind alsó, mind felső határa tektonikus. Elképzelhető, hogy a fölötte lévő sorozathoz tartozik, annak egy nagyméretű törmelékdarabja. Lefelé durvuló szemcseméretű, jól kerekített szemcséit mész- és kovaanyag cementálja. Felső határán és repedéseiben szürkészöld finomhomokkő laminit települ, mely mészmentes, ősmaradványt nem tartalmaz. A kavicsok egyikében két kőbél (*Daonella* sp. és *Angustella* sp.) ladin–karni kort jelez (DETRE in SZENTPÉTERY 1983).

A kőzet makroszkóposan hasonló úgy a Szuhogyi Konglomerátum egyes szakaszaihoz (SZENTPÉTERY 1988b), mint a Bretkai Mészkő bizonyos kifejlődéseihez (pl. Chvalová – Felfalu), de még a Dobsina környékéről ismert szenon konglomerátumhoz (MISIK 1981) és az 1987-ben fúrt Dédestapolcsány, Dt-21. sz. fúrásban kb. 25–70 m között harántolt képződményhez (KOVÁCS S. szóbeli közlése) is.

219,2 – 221,2 m között két hallstatti mészkőgörgeteget harántolt a fúrás, koruk conodonták alapján júli (*I. táblázat*).

A mezozóos rétegsort a tektonikai egységek sorrendjében, felülről lefelé ismertetjük:

III. pikkely 222,5 – 321,75 m Szőlősardói Márga Formáció (?)

Felső és alsó harmadában sötétszürke-fekete, mészben szegény, lemezes-palás kovás agyagkő, aleurolit települ, melyben a középső szakaszon felszaporodnak a szürke mészkő, márgás mészkő, konglomerátum anyagú törmelékdarabok (olisztolitok). Egyes szakaszai olisztosztróma jellegűek. Rétegdőlés 30–90°-ig váltakozik, helyenként jól láthatóan gyüredezett a kőzet.

Az agyagkő szakadozott sávosan mikrorétegzett, néhol keresztrétegzett, durvább szemcséjű részei rendre világosabb színűek, kaotikus belső szerkezetűek.

A Rudabánya-690. sz. fúrás Conodonta vizsgálatának eredménye (Kovács S.)

Chert showing Conodont occurrences within samples of borehole Rudabánya 690. (S. Kovács)

I. táblázat – Table I.

A minta helye (m)	Gladigondolella malayensis NOGAMI	G. malayensis budurovi KOVÁCS et KOZUR	G. - ME	G. sp.	Gondolella auriformis KOVÁCS	G. bulgarica (BUDUROV et STEFANOV)	G. excelsa (MOSHER)	G. foliata foliata (BUDUROV)	G. foliata inclinata KOVÁCS	G. hallstattensis (MOSHER)	G. navicula HUCKRIEDE	G. nodosa (HAYASHI)	G. polygnathiformis BUDUROV et STEFANOV	G. steinbergensis (MOSHER)	G. tadpole (HAYASHI)	G. n. sp. D KOVÁCS	G. sp.	Kamuellerella sp.	Metapolygnathus abneptis (HUCKRIEDE)	M. abneptis abneptis (HUCKRIEDE)	M. abneptis spatulatus (HAYASHI)	M. aff. angustus KOZUR	M. baloghi KOVÁCS	M. carnicus (KRYSTYN)	M. posterus (KOZUR et MOSTLER)	M. sp.	Neospathodus kockeli (TATGE)	N. germanicus KOZUR	fogsor-elemek	Kor
219,3 - 219,5	+				+			+	+				+		+								+	+						juli (austriacum - zóna)
221,2	negatív																													
280,3 - 280,7	negatív																													
314,7 - 315,0	negatív																													
322,1 - 322,5										+										+	+				+					laki - 3 (magnus - zóna)
327,4 - 327,8	negatív																													
332,0 - 332,45																				+										nóri
337,7 - 338,0										+	+			+												+				alauni - 1 (bicrenatus - zóna)
338,1 - 338,6	elveszett																													laki - 1 (jandianus - zóna)
347,2 - 347,6												+					+		+											
351,0 - 351,6	negatív																													
357,95 - 358,45	negatív																													
361,9 - 362,3												+	+																	tuvali - 2 (subbullatus - zóna)
363,9 - 364,2													+																	karni (vsz. tuvali - 1, vagy - 2)
367,7 - 368,3													+		+							+								tuvali - 1a (dilleri - zóna)
370,1 - 370,6	negatív																													
370,8 - 371,05																													+	
375,0 - 375,5	negatív																													
379,55 - 380,25			+																										+	julinál nem fiatalabb
392,5 - 393,1	negatív																													
394,35 - 395,0																	+													
397,70 - 397,95			+														+													középső - triász
400,1 - 401,0	negatív																													
416,4 - 417,0						+																								pelsoi
434,95 - 435,15	negatív																													
436,2 - 436,8						+												+												pelsoi
437,95 - 438,6			+																										+	julinál nem fiatalabb
445,3 - 446,0																							+							juli (austriacum - zóna)
447,0 - 447,60													+																	tuvali 1/b - 2/a

A minta helye (m)	Gladigondolella malayensis NOGAMI	G. malayensis budurovi KOVÁCS et KOZUR	G. - ME	G. sp.	Gondolella auriformis KOVÁCS	G. bulgarica (BUDUROV et STEFANOV)	G. excelsa (MOSHER)	G. foliata foliata (BUDUROV)	G. foliata inclinata KOVÁCS	G. hallstattensis (MOSHER)	G. navicula HUCKRIEDE	G. nodosa (HAYASHI)	G. polygnathiformis BUDUROV et STEFANOV	G. steinbergensis (MOSHER)	G. tadpole (HAYASHI)	G. n. sp. D KOVÁCS	G. sp.	Kamuellerella sp.	Metapolygnathus abneptis (HUCKRIEDE)	M. abneptis abneptis (HUCKRIEDE)	M. abneptis spatulatus (HAYASHI)	M. aff. angustus KOZUR	M. baloghi KOVÁCS	M. carnicus (KRYSTYN)	M. posterus (KOZUR et MOSTLER)	M. sp.	Neospathodus kockeli (TATGE)	N. germanicus KOZUR	Fogsor-elemek	Kor
450,45 - 451,45																	+													
450,55 - 450,85	negatív																													
456,0 - 456,3	elveszett																													
457,8 - 458,3	negatív																													
459,0 - 459,55	negatív																													
460,8 - 461,25												+	+																	tuvali - 2 (esetleg - 3)
468,5 - 469,0	negatív																													
472,1 - 473,1			+																											júliai nem fiatalabb
481,0 - 481,3													+																	kami
490,0 - 490,3	negatív																													
490,2 - 492,2				+											p															kami?
495,75 - 496,15									+																					longobard - júli
503,6 - 504,2			+													+														alsó - longobard
505,2 - 506,1			+																											júliai nem fiatalabb
515,4 - 515,7	negatív																													
522,2 - 522,8							+																							illír - fassai
527,0 - 528,0			+				+																							valószínű illír vagy fassai
538,15 - 538,5			+				+																							illír - fassai
540,0 - 542,5	negatív																													
563,0 - 564,0			+														+													
563,8 - 564,8	negatív																													júliai nem fiatalabb
587,95 - 588,4	negatív																													
599,0 - 599,5		+	+			+												+												pelsoi
620,7 - 621,1	negatív																													
624,5 - 624,85		+				+																					+			pelsoi
630,6 - 630,9						+																					+			pelsoi
637,7 - 638,7			+														tör.													középső - triász
640,9 - 641,4																	+											+		pelsoi
699,6 - 700,6																										+				nóri
900,5 - 900,85	negatív																													
914,5 - 914,7	negatív																													
937,1 - 937,35	negatív																													
958,45 - 958,60	negatív																													
973,7 - 973,95	negatív																													

Az összlet középső harmadában a helyenként bitumenes, dolomitos, kovás márga-mészkő rétegek jellemzők, köztük folyásos szerkezetet mutató, esetenként turbidit jellegű, reszedimentált agyagos betelepülésekkel.

Vékonycsiszolatban a márgákra a szivacstűk tömeges jelenléte, a mészkövekre a pelbiomikrit – wackestone mikrofácies jellemző (BORKA Zs.).

Fehér és színtelen kalcitérrendszer figyelhető meg rétegzés mentén és azt metsző helyzetben is, olykor függőleges sávozottságot kialakítva a kőzeten. Gyakoriak a breccsazónák, melyek részben szinszediment, részben tektonikus eredetűek.

A 280,3 – 280,7 m-ig terjedő szakaszból H. KOZUR felső-triász ostracodákat (*Praemacrocypris* n.sp. és *Urobairdia* sp. n.gen. 3. sz. sp.) határozott meg.

A vékonycsiszolatokban egy-egy pontosabban nem meghatározható foraminifera (*Pseudonodosaria* sp., *Nodosariidae* sp., Foraminifera indet. sp.– BÉRCZINÉ MAKK A.), valamint dasycladacea-átmetszet, néhol echinodermata törmelék található.

Három minta vitrinitreflexióját vizsgáltuk (LACZÓ I.). A legfelső, 228,6 m-ből származó kőzet 4,19 R_0 értéke anomálisan magas (ebből a nyomás-, és a hőmérsékleti viszonyok utólagos megváltozására következtethetünk), a másik két érték 3,06 és 3,63, az észak-magyarországi triásznak megfelelő csakúgy, mint a szervesanyag érettségi index (3,05 és 3,16 – LŐRINCZ H. vizsgálata).

Végig jelen vannak a tercierre jellemző coccolithok, ez a fúróiszap szennyezésének tudható be (BÁLDINÉ BEKE M.).

E szakaszt feltételesen soroltuk a Szőlősardói Márga Formációba, mert gyanúnk támadt, hogy esetleg a Rudabányai-hegységből leírt jura formációk (GRILL 1988) valamelyikébe tartozhat. Ennek bizonyítása vagy cáfolata a jövő kutatóinak egyik szép feladata lehet.

II. pikkely

321,75–374,0 m-ig	Hallstatti Mészkő Formáció
374,0 –394,1 m-ig	Szőlősardói Márga Formáció
394,1 –395,6 m-ig	Reiflingi Mészkő Formáció
395,6 –396,4 m-ig	Szőlősardói Márga Formáció
396,4 –397,4 m-ig	Szőlősardói Márga Formáció és Nádaskai Mészkő Formáció üledékfolytonos átmenete szingenetikus kvarcporfír közbetelepüléssel
397,4 –440,3 m-ig	Nádaskai Mészkő Formáció

Hallstatti Mészkő Formáció (321,75 – 374,0 m)

A kőzet világosszürke, lilás árnyalatú, rózsaszínű, barna és vörös tűzkőgumós, -réteges. Gyakori a slumping- és intrakonglomerátum-szerkezet, ill. a sztilolitos felszínek megjelenése. 360,2 m környezetében a tűzkőgumók határa metszi a klaszthatárokat, jelezve ezzel a kovakiválás későbbi voltát. Több esetben filamentumos mészkő, ill. kokvina intraklaszt, vagy -réteg figyelhető meg.

A kőzet általában jól rétegzett, az 1–30 cm vastagságú rétegeket sztilolitos felszínek vagy márgás közbetelepülések választják el egymástól. A mészkő (oldási maradéka 5%-nál kevesebb) jellegzetesen biopelmikrit-wackestone mikrofáciesű, sok radioláriával, filamentummal, embrionális gastropodákkal.

353,25 – 353,3 m közötti minta apatit tartalma 24%.

353,45 – 353,5 m és 353,75 – 353,8 m között sötétzöld és bordó színű, mállott tufa közbetelepülés található (kb. tuvali–laki határ).

362,7 – 367,7 m között jellegzetes, vékonyréteges kifejlődésű a kőzet, a mészkőrétegek sötétvörös agyag- és márgarétegekkel váltakoznak.

A kőzet kora a tuvali–alauni (karni–nóri) tartományba esik. Felső szakaszának átbuktatott helyzetét a conodonták egyértelműen jelzik (*I. táblázat*).

Alsó határán valószínűleg csak rétegmenti elcsúszás történt.

Szőlősardói Márga Formáció (374,0 – 394,1 m)

Kőzettanilag nagyon hasonlít a 222,5 – 321,75 m között harántolt összlethez. 376,8 – 377,2 m-ig néhány, közelebbről meg nem határozható Halobia?-lenyomatot tartalmaz, ennek alapján jurába sorolása valószínűtlen.

Reiflingi Mészkő Formáció (394,1 – 395,6 m)

A karni elején (cordevolei) a Szőlősardói Márga heteropikus fáciese (KOVÁCS S. et al. 1988) .

A kőzet világosszürke, drapp tűzkőgumós mészkő. Alsó és felső határa tektonizált. Besorolása litológiai alapon történt, őslénytani bizonyítéka nincs.

Szőlősardói Márga Formáció + kvarcporfír + Nádaskai Mészkő Formáció (396,4 – 397,4 m)

A fúrás szerencsésen harántolt egy olyan üledékváltást, amely a mészkő és az uralkodóan agyagos-márgás kifejlődés közötti folyamatos átmenetet rögzíti (feltehetően a ladin–karni határon). A fáciesváltozással egyidőben történt kvarcporfír vulkanizmus nyomait 1 méter hosszú szakaszon figyelhetjük meg. Az üledékkel keveredetten és rétegszerűen is megjelenő vulkanit palackzöld, erősen bontott, de kvarc és karbonátosodott földpát fenokristályai jól felismerhetők.

Nádaskai Mészkő Formáció (397,4 – 440,3 m)

A Reiflingi Mészkő és a karni elején (cordevolei) a Szőlősardói Márga heteropikus fáciese.

A kőzet középszürke, afanitos, finomkristályos, sztilolitos felszínekkel tagolt. Helyenként felismerhető protointraklasztos szerkezete. Gyakoriak benne a sztromataktiszok.

Jellegzetesen mikrit-mudstone mikrofáciesű. Conodonták (*I. táblázat*) és ostracodák (*Microcheilinella* sp., *Discoidella hungarica* (KOZUR), *Mirabairdia* sp., *Cryptobairdia* sp., *Urobairdia* sp., *Bairdiacypris* sp., *Praemacrocypris* sp., *Acratina* cf. *goemoeryi* (KOZUR) n. gen. 1. n. sp., *Acratina* n. sp., *Polycope* sp. n. gen. 2. n. sp., *Polycopsis levis* KOZUR, *Triassocythere* sp. – H. KOZUR vizsgálata) bizonyítják a kőzet pelsoi–longobard korát. Cordevolei koradatunk innen nincs, de ezt a Szőlősardói Márgával való összefogazódása jelzi.

397,45 m-nél meghatározhatatlan Ammonites-átmetszet figyelhető meg egy intrakonglomerátum-szakaszban.

Tektonizált részein jól elkülönül két fázis, egy idősebb (kalcittal cementált) és egy fiatalabb (vörösagyag kötőanyagú) tektonikus breccsa.

Az alsó határon vörös tektonikus breccsa található, mely a II. pikkely alsó határát jelzi.

I. pikkely

440,3–450,4 m-ig	Nádaskai Mészkő Formáció
450,4–457,5 m-ig	Pötscheni Mészkő Formáció
457,5–460,25 m-ig	Hallstatti Mészkő Formáció
460,2–466,2 m-ig	Pötscheni Mészkő Formáció
466,2–480,7 m-ig	Szőlősardói Márga Formáció
480,7–506,4 m-ig	Reiflingi Mészkő Formáció
506,4–517,0 m-ig	Bódvalenkei Mészkő Formáció (?)
517,0–548,2 m-ig	Reiflingi Mészkő Formáció

Nádaskai Mészkő Formáció (440,3 – 450,4 m)

Kőzettanilag azonos a 397,4 – 440,3 m-ig terjedő szakasszal. Kora conodonták alapján júli–tuvali (*I. táblázat*).

Jelenlegi fekvője az eredetileg belőle üledékfolytonos átmenettel kifejlődött Pötscheni Mészkő. Eddig a két képződmény folyamatos átmenetét nem ismertük, mindig megjelent közöttük a Szőlősardói Márga. Itt azonban jól látszik közvetlen kapcsolatuk; fordított helyzetük a szakasz átbuktatottságát jelzi (*3. ábra*).

Pötscheni Mészkő Formáció (450,4 – 457,5 m)

A kőzet 5–50 cm vastagságú rétegekből épül fel, melyek anyaga szürke, finomkristályos mészkő és fehér-barnásfehér-drapp tűzkő. Jellegzetesek a 0,5–3 cm-es, barnásvörös márga közbetelepülések, amelyek rendszerint néhány százaléknyi sziderítet tartalmaznak. A mészkő jellemző mikrofáciese biomikrit-wackestone, helyenként biointrapátit-grainstone. Filamentumok és radioláriák jelenléte általános.

453,7 – 453,8 m között vulkáni tufa került elő.

A kőzetanyag erősen tektonizált, a rétegdőlés 15–65° között változik.

Kora kőzettani hasonlóság alapján tuvali.

Hallstatti Mészkő Formáció (457,5 – 460,25 m)

A kőzet 5–15 cm-es klasztokból álló intrakonglomerátum, melynek egyes klasztjai általában sztilolitos felületek mentén érintkeznek egymással. A mészkő rózsaszín, finomkristályos, szilánkos törésű, lejjebb vörös tűzkőgumós, lilás-rózsaszínes szürke, afanitos, kagylós törésű. Az alsó határ közelében kokvina intraklasztok jelennek meg.

Mikrofáciese pelbiomikrit, biomikrit-wackestone. Gyakoriak benne a filamentumok, előfordulnak radioláriák, egyéb ősmaradványt nem találtunk.

Mivel a Hallstatti és a Pötscheni Mészkő egymásnak laterális fáciesei, itt valószínűleg összefogazódásukat harántolta a fúrás.

Pötscheni Mészkő Formáció (460,25 – 466,2 m)

Kőzettanilag azonos a fentebb leírtakkal. Tuvali kora conodontákkal igazolt (*I. táblázat*).

Alsó határán a tektonizált zóna minden bizonnyal csupán rétegmenti elcsúszást jelez.

Szőlősardói Márga Formáció (466,2 – 480,7 m)

A fekete, kovás agyagpala-márga sorozatban 478,4 – 478,7 m között *Halobia* sp. indet. maradványokat és egy *Trachyceras* sp.-t találtunk. Hasonló, de jobb megtartású, pontosan meghatározható példányok kerültek elő a Szőlősardó-1. sz. fúrás megfelelő kifejlődéséből (BALOGH - KOVÁCS 1981).

474,0 m környékén a fekete agyagos mátrixban 1–2 cm átmérőjű piritgumók fekszenek, melyek VETŐNÉ ÁKOS É. vizsgálatai szerint szingenetikus karbonáterekkel átszőtt, alacsony hőmérsékletű ásványkiválások.

Feküjéhez – mint fedőjéhez is – rétegmenti elcsúszással kapcsolódik.

Reiflingi Mészkő Formáció (480,7 – 506,4 m)

A kőzet középszürke, apró- és finomkristályos, egyenetlen törésű, 1–30 cm vastag mészkő- és barnásszürke, 5–30 cm vastag tűzkőrétegek váltakozásából épül fel. Gyakoriak a vörös agyagközök.

Vékonycsiszolatban a mészkő biopelmikrit-wackestone, esetenként biomikropátit mikrofáciesű. A radioláriák és filamentumok jelenléte általános.

Az összlet erősen gyűrt, rétegdőlése 45–85^{0} között váltakozik.

Kora conodonták alapján longobard–cordevolei.

Bódvalenkei Mészkő Formáció (?) (506,4 – 517,0 m)

Rózsaszínes fehér, finomkristályos, vörös tűzkőgumós mészkő. Rétegdőlés 60–90^{0} közötti. Kőzettani alapon valószínű, hogy a Reiflingi Mészkő heteropikus fáciese, és a Bódvalenkei Mészkő egy részének felel meg.

Őslénytani bizonyítékunk nincs.
Alsó szakasza zöld agyag kötőanyagú tektonikus breccsa.

Reiflingi Mészkő Formáció (517,0 – 548,2 m)

A világosszürke, drapp tűzkőgumós mészkő kora conodonták és ostracodák szerint illyr – fassai.
524,2 – 524,5 m-ig folyásos szövetű kvarcporfír betelepülés (repedéskitöltés?) figyelhető meg.
526,2 m-ből, repedéskitöltő agyagból BÁLDINÉ BEKE M. a *Cyclagelosphaera margeli* NOEL nannoplankton fajt határozta meg, melynek fajöltője bath–kampáni (középső-jura – felső-kréta), ezzel az egykori triászfedő üledékekről kaptunk információt.
A fentiekben leírt pikkelysorozat feküjében (látszólag autochton helyzetben, ezért használjuk a "parautochton" kifejezést) az alábbi kőzettani egységek találhatók (*3. ábra*):

548,2–562,6 m-ig	Szőlősardói Márga Formáció és tektonikus zóna
562,2–638,4 m-ig	Nádaskai Mészkő Formáció
638,4–642,0 m-ig	Bódvarákói Formáció
642,0–847,6 m-ig	Steinalmi Formáció
847,6–868,5 m-ig	Steinalmi és Gutensteini Formáció átmeneti rétegei
868,5–(1005,0) m-ig	Szinpetri Mészkő Formáció

Szőlősardói Márga Formáció és tektonikus zóna (548,2 – 562,6 m)

A legalsó pikkely (I.) alsó határzónájaként értelmezett szakasz, amelyben a határfelület nem jelölhető ki. Bázisán a Szőlősardói Márgának a Nádaskai Mészkőből való folyamatos kifejlődése látszik, a határ fölötti szakaszban (makroszkópos megfigyelés szerint) foltokban-erekben kvarcporfír figyelhető meg (ez összevethető a 396,4 – 397,4 m között lévő, hasonló helyzetű szinttel).
Az efölötti szakaszban a márga és a fölötte elhelyezkedő tűzköves mészkő törmelékdarabjai zöld agyag kötőanyagban laza tektonikus breccsát alkotnak. Helyenként tufás nyomok is rögzíthetők.

Nádaskai Mészkő Formáció (562,2 – 642,0 m)

Kőzettani jellemzői a felsőbb szakaszokon (pl. 397,4 – 450,4 m-ig) leírtakkal azonosak. Gyakoriak a sztromataktisz szerkezetek, az autigén breccsa zónák és a vörös márgaközök. Vékonycsiszolatban jól megfigyelhető a formációra jellemző protointraklasztos kőzetszerkezet, ugyanis pelmikrit-wackestone és biointramikrit-packstone szövet gyakran érintkezik egymással.
622,1 m alatt két dolomit-közbetelepülés a feküvel (Steinalmi Formáció) való üledékfolytonos, rétegváltakozásos kapcsolatát bizonyítja.
Korát conodonta vizsgálatok alapján (*I. táblázat*) a pelsoiban (anisusi) adhatjuk meg, de felsőbb szakaszán valószínűleg ennél fiatalabb.

630,9 m-ből BÉRCZINÉ MAKK A. *Frondicularia woodwardi* HOWXHIN, *Ammobaculites* sp. és *Nodosariidae* sp. foraminiferákat határozott meg.

Bázisán 3,6 m fúrt vastagságban sötétszürke aleurolit-dolomit-mészkőösszlet helyezkedik el, mely valószínűleg a Szőlősardó-1. sz. fúrásban (BALOGH – KOVÁCS 1981) és néhány helyen felszínen észlelt Bódvarákói Formációval azonos.

Steinalmi Formáció (642,0 – 847,6 m)

A mészkőből, dolomitból és a kettő közötti átmeneti tagokból álló sorozat kőzetei általában fehéresdrapp, szürkésdrapp színűek, közép- és aprókristályosak, törésük éles-szilánkos. A kalcit-dolomit arány változása szeszélyes, de lefelé a dolomit dominánssá válik.

A mészkő mikrofáciese biointrapátit-grainstone, a dolomitos részeken pátit, dolopátit.

Az összlet anizusiba (pelsoi) való sorolását foraminiferák (*Endothyranella wirzi* KOEHN-ZANINETTI, *Meandrospira dinarica* KOCH-DEV. et PANT., *Diplotremina astrofimbriata* KRIST.-TOLL., *Haplophragmella inflata* ZAN. et BRÖNN. BÉRCZINÉ MAKK A. meghatározásai) és dasycladaceák (*Physoporella dissita* PIA, *Ph. intusannulata* HURKA, *Ph. pauciforata* GÜMBEL, *Ph. pauciforata pauciforata* BYSTRYCKY, *Ph. pauciforata undulata* PIA, *Ph. varicans* PIA, *Teutloporella hirsuta* PIA, *Oligoporella pilosa* PIA – PIROS O. meghatározásai) indokolják.

699,9 – 701,25 m-ig rózsaszínű hasadékkitöltésből nori típusú Metapolygnathus sp. került elő (*I. táblázat*).

Feküjéhez fokozatos színátmenettel is jelzett folyamatosság kapcsolja.

Steinalmi és Gutensteini Formáció átmeneti rétegei (847,6 – 868,5 m)

Sötétszürke dolomárga, fekete, palás agyagkő, majd aprókristályos dolomit, lefelé finomodó kristályméretű.

856,1 m-ben, erősen tektonizált szakaszban 10 000 ppm a Mn, az alsó határmenti tektonikus zóna mintájában 5% a káliföldpát tartalom.

Alsó határa láthatóan tektonikus, vető miatt a Gutensteini Formáció kimarad.

Szinpetri Mészkő Formáció (868,5 – 1005,0 m)

A kőzet szürke, zöldesszürke színű, agyagmárga-márga-mészkő rétegekből áll, a rétegfelszíneket rendszerint zöld agyagfilm vonja be. Jellegzetesen gumós szerkezetű, helyenként féregnyomos.

Vékonyrétegzett (1–20 cm), gyüredezett, olykor függőleges helyzetű összlet. Néhol gradációja is megfigyelhető

A mészkőszakaszokban tömegesen fordulnak elő a mikroszkopikus méretű kagylóhéjak. Foraminiferák (*Meandrospira pusilla* /HO/, *Glomospira* sp., *Glomospirella* sp., *Ammodiscus* sp.– BÉRCZINÉ MAKK A. vizsgálata) és ostracodák (*Judahella* n. sp. és *Triassocypris* cf. *pusilla* /KOZUR/ – H. KOZUR vizsgálata) igazolják az összletnek az alsó-triász felső (olenyoki) részébe sorolását.

HIPS K. (1995) szerint e szakasz a Formáció Jósvafői Mészkő Tagozatát képviseli.

Értelmezés

A Rudabánya-690. sz. fúrás által feltárt kb. 1 km vastagságú rétegsor alapján megállapítható, hogy a vasérces képződmények ÉNy felé nem folytatódnak, mélybeni kapcsolatuk nincs. A harántolt triász formációk nem ismertek a vasércbánya területén, de a közvetlen környezetben mélyült régebbi fúrások rétegsoraival - leírásuk alapján - gyakran párhuzamosíthatók.

Elképzelésünk szerint (GRILL et al. 1984; KOVÁCS et al. 1988) a triász üledékgyűjtő Szilicikumában az eredeti fáciessorrend északról dél felé haladva a következő volt (*4. ábra*): aggteleki, szőlősardói, bódvai, stb. kifejlődési terület.

Ez a fúrás a szőlősardói és a bódvai kifejlődési terület átmeneti zónáját tárta fel, melyet a *4. ábrán* két dimenzióban csak korlátozottan tudunk szemléltetni. A lejtőfáciesű szőlősardói és a nyugodtabb, mélyebbvizi bódvai képződmények ebben a fúrásban egymással összefogazódva jelennek meg, míg a rudabányai külfejtés (már rekultiváció miatt nem látható) és mélyszint, valamint mélyfekü képződményei már a bódvai egység területén keletkeztek (*1. ábra*).

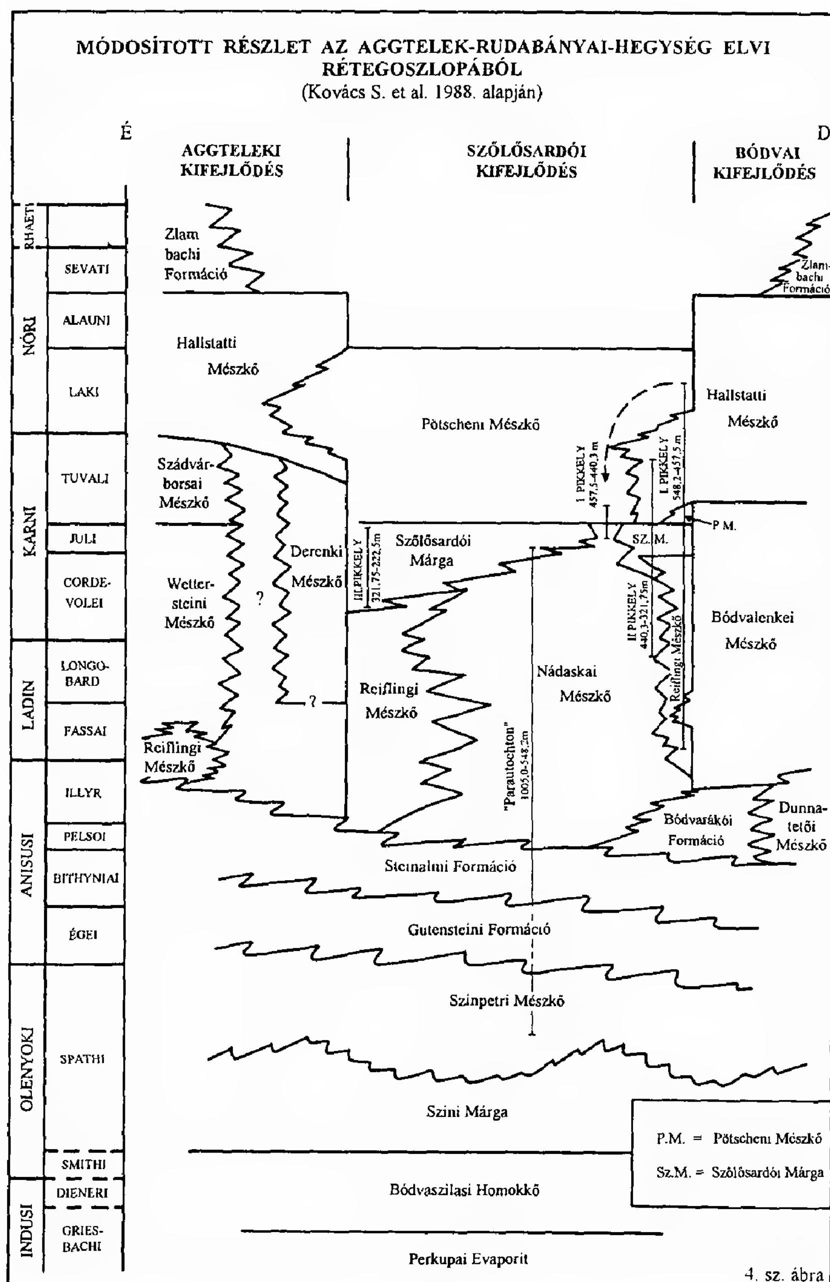
Meg kell magyaráznunk, hogy mikor és mi módon kerültek mai, egymás melletti helyzetükbe az eredetileg egymástól többtíz kilométer távolságban keletkezett rétegsorok.

BÁLDI (1983) szerint az oligocénben a Bükk–Szendrő tömege megindult ÉK felé, a Gömöridák irányába. A köztes területek e "harapófogóból" függőleges síksereg menti vízszintes eltolódásokkal igyekeztek kitérni. A bódvai fáciesű Rudabányai-hegység ÉK felé való mozgása során magával húzta a vele összefogazódó szőlősardói fáciesterületet is, mely azonban az aggteleki egység öblében (Kánó–Szőlősardó–Lászi-puszta) megtorlódott. A bódvai egység elszakadva tőle, tovább mozgott mellette. E mozgás ellenhatásaként a már az aggteleki egységgel összeforrt, a mozgás szempontjából passzív szőlősardói egység peremi képződményei rápikkelyeződtek a bódvai képződményekre az érintkezési zóna környezetében (GRILL et al. 1984).

A Rudabánya-690. sz. fúrás szerkezetileg a megtorlódott szőlősardói egységhez tartozik.

Az ÉK-DNy-i csapású, függőleges helyzetű mozgási "sík" túlsó oldalát a fúrásponttól DK-re 500 m-re mélyült Rb-393. sz. fúrás rétegsora reprezentálja, melyben a felső-triász képződmények az érces összletre pikkelyezve találhatók, tehát a határzóna itt 0,5 km széles (SZENTPÉTERY 1984).

A vázolt vízszintes eltolódásrendszer maga a Darnó-zóna; a mozgás több elemét tudtuk bizonyítani a triásznál fiatalabb rétegsorok aprólékos vizsgálatával (SZENTPÉTERY 1988b).



4. *ábra.* Az Aggtelek-Rudabányai-hegység triász képződményeinek elvi rétegoszlopa

Fig. 4. Generalized lithostratigraphic column of the Triassic of the Aggtelek–Rudabánya Mts.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani dr. KOVÁCS Sándornak a kőzetanyag leírásakor, besorolásakor és a kamerális munkák idején, valamint e szöveg gondozásában nyújtott segítségéért.

Köszönettel tartozom dr. LESS Györgynek és az általa vezetett 023880 sz. OTKA-témán dolgozó munkatársaimnak szakmai segítségükért valamint a T 023882. sz. OTKA téma anyagi támogatásáért.

Irodalom – References

BALOGH K., KOVÁCS S. 1981: A Szőlősardó-1. számú mélyfúrás. – MÁFI Évi Jel. 1979-ről, 39–63.

BÁLDI T. 1983: Magyarországi oligocén és alsó-miocén formációk – Akadémiai Kiadó, Budapest, 293 p.

GRILL J., KOVÁCS S., LESS GY., RÉTI ZS., RÓTH L., SZENTPÉTERY I. 1984: Az Aggtelek–Rudabányai-hegység földtani felépítése és fejlődéstörténete. – *Földt. Kut.* **27** /**4**, 49–56.

GRILL J., LESS GY., RÉTI ZS., RÓTH L., SÁSDI L. 1984: Magyarázó az Aggtelek–Rudabányai-hegység földtani térképéhez, 25.000-es sorozat, Perkupa. – Kézirat, MÁFI Adattár, 1–125.

GRILL J. 1988: A Rudabányai-hegység jura formációi. – MÁFI Évi Jel. 1986-ról, 69–85.

HIPS K. 1995: Az Aggtelek-Rudabányai-hegység alsó-triász képződményeinek szedimentológiája és rétegtana. – Doktori Értekezés, MTA Geológiai Tanszéki Kutatócsoport ELTE, Budapest, 168 p.

KOVÁCS S., LESS GY., PIROS O., RÓTH L. 1988: Az Aggtelek–Rudabányai-hegység triász formációi. – MÁFI Évi Jel. 1988-ról, 19–43.

MIŠIK, M. 1981: A szilicei egység jura és kréta időszaki ősföldrajza. – *Földt. Kut.* **23/2**, 29–30.

PANTÓ G. 1956: A rudabányai vasércvonulat földtani felépítése. – *Földt. Int. Évk.* **44** /**2**, 360–367, 485–490.

SZENTPÉTERY I. 1982: Jelentés. Magyarázó az Aggtelek–Rudabányai-hegység földtani térképéhez. Szuhogy. – MÁFI Adattár, 1–87.

SZENTPÉTERY I. 1983: A Rudabánya-690. sz. földtani alapfúrás záródokumentációja – Kézirat 1–277., MÁFI Adattár.

SZENTPÉTERY I. 1984: A Rudabánya-690. sz. fúrás földtani eredményei. – Alkotó Ifjúság pályázat, Kézirat 1–16, MÁFI Adattár.

SZENTPÉTERY I. 1988a: A Rudabányai-hegység és környezetének oligocén, alsó-miocén képződményei. – MÁFI Évi Jel. 1986-ról, 121–128.

SZENTPÉTERY I. 1988b: Az Aggtelek–Rudabányai-hegység oligocén és alsó-miocén képződményei – Egyetemi Doktori Értekezés, ELTE Földtani Tanszék Könyvtára, 99 p.

A kézirat beérkezett: 1997. 03. 07.

Földtani Közlöny 127/1–2, 199–209 (1997) Budapest

Életnyomok és epőkiás jelenségek felső-karbon tengeri liliomok maradványain (Nagyvisnyó, Bükk hegység)

Trace fossils and encrusting phenomena on columnals of Upper Carboniferous crinoids (Nagyvisnyó, Bükk Mts.)

KOVACSIK Éva *

(5 ábra, 3 tábla)

Key words: crinoid, trace fossils, palaeoecology, palaeopathology, Upper-Carboniferous, Hungary

Abstract

Upper Carboniferous shales cropping out along the railway between Nagyvisnyó and Nekézseny (NW Bükk Mountains, Hungary) contain crinoid remains abundantly. 1082 columnal fragments were examined in order to find trace fossils on them. The following trace fossils have been observed: Bryozoan encrusting, traces of epizoans, cyst of parasitic worm, external impact repair.

Manuscript received: 21. 07. 1997

Összefoglalás

A Nagyvisnyó és Nekézseny közötti vasúti bevágások gazdagon tartalmaznak felső-karbon tengeri liliom maradványokat. 1082 darab nyéltöredéket vizsgáltam meg, melyeken életnyomokat, patológiás elváltozásokat fedeztem fel. Ezek a következők: bryozoa bekérgezések, epizoa élőlények, élettevékenységek nyomai, parazita féreg által okozott bőrcysta, valamint egy törés gyógyulásnyoma. Cikkemben vizsgálati eredményeimet ismertetem, végezetül pedig paleoökológiai, ősföldrajzi következtetéseket vonok le.

Bevezetés

A tengeri liliomok maradványain található epőkiás jelenségek, életnyomok, patológiás elváltozások vizsgálata mind európai, mind magyar viszonylatban kevésbé ismert és kutatott téma. A magyarországi paleozóos crinoideák megismerésére eddig kevés figyelmet fordítottak. Tanulmányomban a Bükk hegység ÉNY-i részén, az eger–putnoki vasútvonal Nagyvisnyó és Nekézseny közötti szakaszán feltárt felső-karbon agyagpalából gyűjtött tengeri liliom maradványokkal foglalkozom. Epőkiás jelenségeket, életnyomokat, patológiás elválto-

*Eszterházy Károly Tanárképző Főiskola, Földrajz tanszék; hallgató 3300 Eger, Leányka út 6–8.

zásokra utaló jeleket vizsgálok, végül pedig mindezek tükrében paleoökológiai és ősföldrajzi következtetéseket vonok le.

Földtani felépítés

Karbon időszaki képződmények a Bükk hegység ÉNY-i előterében és peremén találhatók (*1. ábra*). A rétegösszlet alsó, idősebb része a Szilvásváradi Formációba tartozik. Erre üledékfolytonossággal települ a Mályinkai Formáció 400 m vastagságú üledékösszlete, amelynek törmeléke sötétszürke és fekete homok, agyag és aleurolit váltakozó arányú elegye, polimikt kvarcitkonglomerátumlencsékkel. Több szintben 10–15 m vastag mészkőlencsék is találhatók algás, korallos, crinoideás és fusulinás fáciesekkel. A benne lévő Fusulina fajokra támaszkodva osztották a formációt Berenási és Csikorgói tagozatra. A Csikorgói tagozat nagy mennyiségben tartalmaz crinoidea töredékeket és gazdag Fusulina faunát. (FÜLÖP 1994) (*2. ábra*)

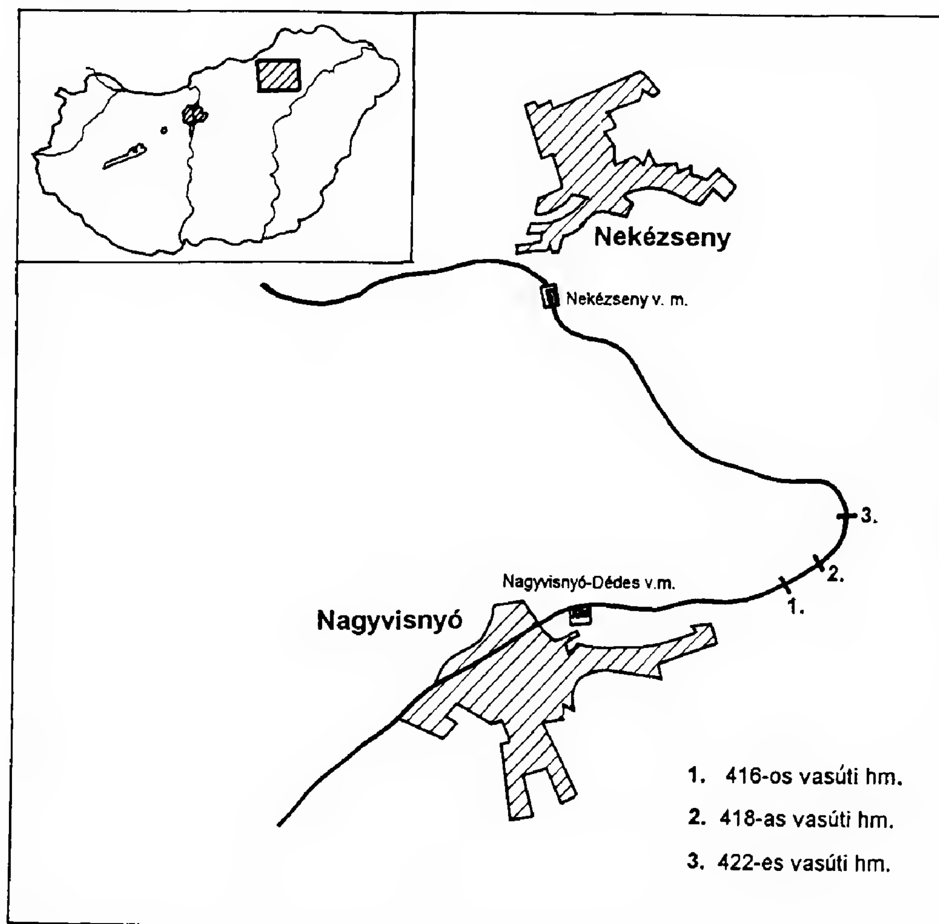
Kutatástörténet

A Bükk hegység legidősebb földtani képződményeit a század elején épülő Eger–Putnok vasútvonal tárta fel. A Nagyvisnyó–Nekézseny szakaszon létesített vasúti bevágások hamarosan a földtani kutatások középpontjába kerültek. Olyan neves szakemberek foglalkoztak a terület földtani, őslénytani megismerésével, mint VADÁSZ E. (1909), RAKUSZ GY. (1932), KOLOSVÁRY G. (1951), SCHRÉTER Z. (1953), TASNÁDI-KUBACSKA A. (1960), BALOGH K. (1964), FÜLÖP J. (1994) valamint az őslénytani anyag nagy részét autodidaktaként gyűjtő LEGÁNYI Ferenc.

Kutatási módszerek

Tengeri liliom maradványokat az eger-putnoki vasútvonal Nagyvisnyó és Nekézseny közötti szakaszán a 416-os, 418/419-es, és a 422-es hektométernél előbukkanó felső-karbon agyagpalából gyűjtöttem, szálkőzetből és törmelékből. Saját gyűjtésem 836 darabja mellett megvizsgáltam a gyöngyösi Mátra Múzeum anyagát, összesen 1082 db. töredéket.

A maradványokat laboratóriumi körülmények között szabadítottam ki a bezáró kőzetből, majd vízzel megtisztítottam. Ezután néhány esetben vegyszeres kezelést (hidrogén-peroxid, 30%-os sósav) alkalmaztam, hogy az ősmaradványokat burkoló limonitos kérget eltávolítsam. Vizsgálataimhoz sztereomikroszkópot is használtam.



1. ábra A cikkben szereplő lelőhelyek földrajzi elhelyezkedése

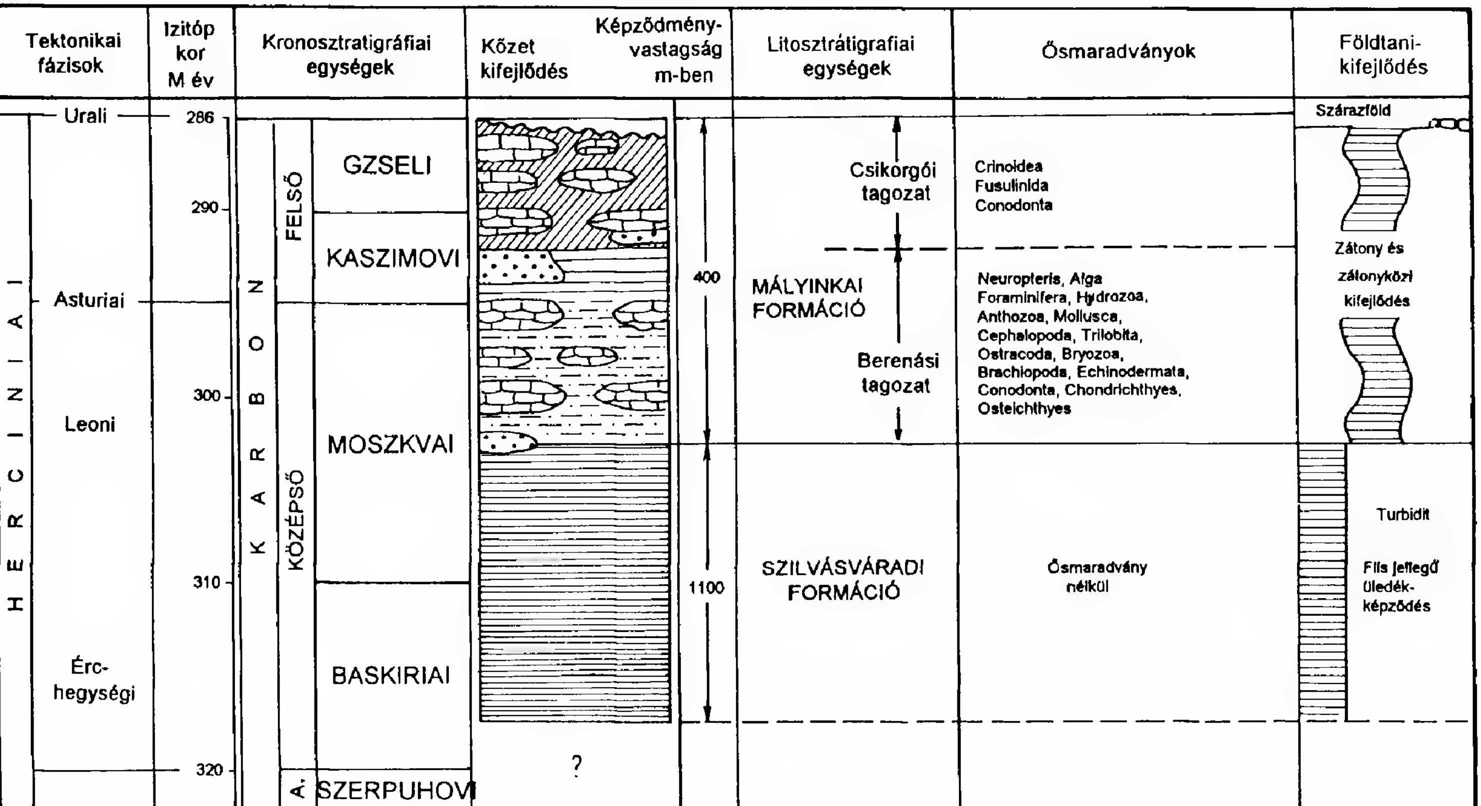
Fig. 1. Geographical position of the localities

Eredmények

A vizsgálataimhoz felhasznált töredékek hossza 2 mm-től 4 cm-ig terjed, és az egyes lelőhelyeket összevetve nincsenek kirívóan nagy eltérések.

A vizsgálati anyag szinte kizárólag nyéltöredékekből áll, kivéve egy nagyon rossz megtartású, félig a kőzetbe ágyazódott Poteriocrinus-kelyhet, amely a Mátra Múzeum anyagának része (leltári szám: M64.675), valamint egy karíztöredéket. Ez utóbbi azáltal ismerhető fel, hogy látható rajta egy háztetőszerű képződmény, az ún. brachiale axillarae, amely minden esetben a kar kettéágazódásának jele.

A vizsgálatok során a nyéltöredékeken epőkiás jelenségeket, életnyomokat, patológiás elváltozásokra utaló jeleket kerestem sztereomikroszkóp segítségével.



2. *ábra.* A Bükk-hegységi karbon rétegtani tagolása (Fülöp 1994 nyomán)

Fig. 2. Carboniferous formations of the Bükk Mountains (after Fülöp 1994)

Az életnyomok és patológiás elváltozások lelőhelyenkénti megoszlását a 3. *ábra* mutatja.

Számos töredék esetében figyeltem meg bryozoa-bekérgezést teljes, ill. részleges formában. A részleges bekérgezés foltokban jelentkezik, és a maradvány 40–60%-át borítja. A bekérgezés élethelyzetben történt, ezt az elhalást követő betemetődés konzerválta. (A bryozoa-bekérgezések lelőhelyenkénti megoszlását a 4. *ábra* mutatja.) 228 esetben figyeltem meg teljes, 186 esetben részleges bekérgezést a töredékeken. Az általam megfigyelt bryozoák jellemzője, hogy masszívan bekérgezik a nyéltagokat, likacsos, porózus szerkezetűek és a telepet alkotó egyedek fala szabálytalanul szemcsézett. Mindezen tulajdonságok alapján a Ceramoporoidea alrendbe tartozónak vélem őket (*I tábla, 1. kép*).

Lelőhely	Életnyomok		Patológiás elváltozások	
	Bryozoa-bekérgezés	Epizoák	Daganatok	Törés- és gyógyulásnyomok
416-os hm.	35	1	1	–
418/419-es hm.	371	1	–	1
422-es hm.	8	–	–	–
Összesen	414	2	1	1

3. *ábra.* Az életnyomok és patológiás elváltozások lelőhelyenkénti megoszlása

Fig. 3. Distribution of the trace fossils and pathological phenomena according to localities

Lelőhely	Bryozoa-bekérgezés			Összesen
	Teljes	Részleges	0	
416-os hm.	5	30	262	297
418/419-es hm.	222	149	396	767
422-es hm.	1	7	10	18
Összesen	228	186	668	1082

4. *ábra.* A mohaállat-bekérgezések lelőhelyenkénti megoszlása

Fig. 4. Distribution of Bryozoan encrusting according to localities

A mohaállat-bekérgezések mellett az életnyomok egy csoportjának jelenlétét is megfigyeltem a töredékeken. Ezeket ismeretlen, feltehetően féregszerű élőlények hozhatták létre azáltal, hogy a crinoidea vázán megtelepedtek. Két típusukat figyeltem meg. Az első esetben az élőlény szabályos kör alakú bemélyedést alakított ki a nyél felszínén. Ez a töredék nagy valószínűséggel a *Mooreanteris waylandensis* Miller fajba tartozik. Hossza 19 mm, átmérője 9 mm. Az epizoa nyoma a töredék egyik széléhez közel található, a nyéltagokba 2 mm mélyen bemélyedve. Átmérője 8 mm. (*I tábla, 2. kép*)

A másik esetben a felületbe bemélyedő, szabálytalanul kanyargó járatrendszer látható. Az epizoa nyoma sósavas kezelés hatására vált láthatóvá, ami azonban nem teszi lehetővé a fajszintű meghatározást. A töredék 17 mm hosszú, 4 mm átmérőjű. Az életnyom 11 mm hosszú, szélessége 2–3,5 mm. (*II. tábla, 1. kép*)

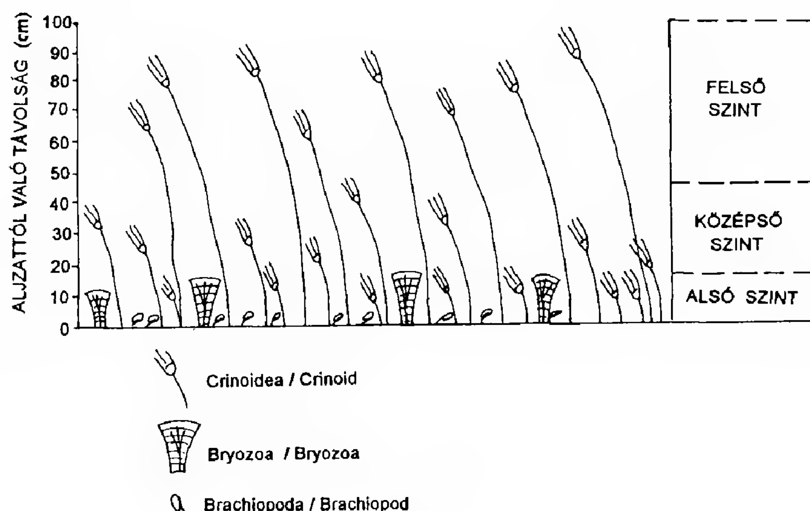
Patológiás elváltozást leggyakrabban csigák, férgek okozhattak a crinoideák vázán (TASNÁDI-KUBACSKA 1960; TASCH 1973). E parazita támadások jelei a különböző daganatok, bőrcysták. Ezek azáltal keletkeztek, hogy az élősködő befurakodott a crinoidea epidermise alá, ahol patológiás elváltozást, duzzanatot okozott. A daganat több ízre is kiterjedhet. Belsejében a crinoidea központi csatornája kiszélesedik, üreggé alakul, ez a féreg lakókamrája. A központi csatorna tartalmazza az idegszöveteket, és az azokat összefogó erős kötőszövetet, tehát a féreg e nemesebb szöveteket is megtámadva minden esetben a gazdaállat pusztulását okozta. A gyöngyösi Mátra Múzeum anyagának vizsgálata során fedeztem fel egy, a nyélen keletkezett daganatot. A töredék a 416-os hm.-nél lévő feltárásból származik, LEGÁNYI Ferenc gyűjtése. A töredék 33 mm hosszú, eredeti szélessége 3 mm. A daganat 27 mm hosszan figyelhető meg, vastagsága 10 mm. A maradvány meghatározása fajra nem lehetséges az elváltozás nagy mértéke miatt, SCHRÉTER Zoltán Poteriocrinusként rögzítette (*II. tábla, 2. kép*).

A parazita támadások mellett egyéb patológiás elváltozások is megfigyelhetők a crinoideák maradványain. Ilyen például egy törés és gyógyulás nyoma, amely sérülés ismeretlen külső hatásra következett be. A törés következtében a központi csatorna nem sérült meg, mivel az állat meggyógyult. Erre utal a callusképződés, azaz a sérülés helyén új szövetek képződtek. (*III. tábla, 1. kép*)

Következtetések

A crinoideák értékelése során nagyon fontos figyelembe venni azt a tényt, hogy a tengeri liliom az elhalást követően csak rövid ideig marad épségben az aljzaton. Teste számos vázelemből épül fel, amelyeket izmok, ligamentumok vagy cementálóanyag köt össze, ezek azonban az elhalást követő néhány napon belül elbomlanak, és a tetem darabjaira hullik szét. A kehelynek, mivel számos vázelemből tevődik össze, kisebb az esélye a megőrződésre.

A nyeles tengeri liliomok a paleozoikumban a tengerek azon részeiben éltek, ahol viszonylag lassú volt a vízáramlás, tehát a kontinentális talapzat nyíltabb részeiben, a hullámbázis alatt. Mivel testüket felemelték az aljzatról, ez lehetőséget nyújtott számos élőlénycsoportnak arra, hogy megtelepedjen a crinoidea testén. Hasonló módon keletkeztek a bryozoa-telepek is az állat vázán. A bekérgezés élethelyzetben történt, és áramlás által mozgatott vízre utal. A részlegesen bekérgezett maradványok esetében koptatottságra utaló nyomokat nem észleltem. A bekérgezés foltokban jelentkezik, és a töredékek felszínének 40–60%-át borítja. A részleges bekérgezés egyrészt azáltal jöhetett létre, hogy az elhalást követően, szállítódás közben a bryozoa-telep koptatódott. Másrészt viszont az is elképzelhető, hogy a bekérgezetlen rész a vízáramlással ellentétes



5. ábra. A Bükk-hegységi felső-karbon krinoideás életközösség vertikális tagolódása (Ausich 1980. ábrájának felhasználásával)

Fig. 5. Vertical levels of Upper-Carboniferous crinoid palaeocenosis (after AUSICH *1980)*

oldalon alakult ki, mivel ott az áramlási viszonyok nem kedveztek a bryozoa-telep létének.

AUSICH (1980) 3 magassági szintet különböztet meg, amelyben a crinoideák éltek. Ezek egyben ökológiai fülkék is számukra. A Bükk hegységi krinoideás életközösség esetében én is hasonló szinteket tételezek fel, amelyeket az *5. ábra* mutat. Erre az általam megfigyelt bryozoa-bekérgezések és az ismeretlen, feltehetőleg féregszerű élőlények életnyomai alapján következtettem. A bekérgező fajok jelenléte, valamint az epizoák nyomai arra utalnak, hogy a nyeles tengeri liliomok az aljzattól számított 20–100 cm közötti részben, a 2. és 3. szintben éltek. A legalsó szintben, az aljzattól számított 15–20 cm-ig nem fordulhattak elő epizoák a crinoideákon (*5. ábra*). Az epizoák szintén élethelyzetben telepedtek meg a crinoideákon, így az egyrészt lakóhelyként szolgált számukra, másrészt pedig megkönnyítette nekik a táplálékszerzést. A szakirodalom szerint ezen élőlények vagy paraziták voltak, vagy kommenzalizmusban éltek a crinoideákkal, és minden esetben gazdaspecifikusak voltak (BOUCHOT 1990; TASNÁDI-KUBACSKA 1960). FRANZÉN (1974, 1983) írt le hasonlót a Gotlandon gyűjtött szilur crinoideákkal kapcsolatban. Ezek az élőlények a tengeri liliom testének kehely alatti részén helyezkedtek el, mert ezáltal nagyobb esélyük volt arra, hogy a crinoidea táplálékának törmelékéből részesüljenek.

A különböző férgek támadása egyértelműen parazitizmusra utal, ui. a nemesebb szöveteket megtámadva a féreg minden esetben a gazdaállat pusztulását okozta.

Ezen élőlényeknek nem volt fosszilizálódásra alkalmas szilárd vázuk, amely fennmaradhatott volna, de az élettevékenységük során okozott nyomokból következtethetünk jelenlétükre az egykori életközösségben.

Irodalom – References

AUSICH, W.I. 1980: A modell for niche differentiation in Lower-Mississippion crinoid communities. – *Journal of Palaeontology* Vol. **54.**, No. **2.**, 273–288.

BALOGH K. 1964: A Bükk-hegység földtani képződményei. – *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve,* **48**. (2.), 246–719.

BOUCHOT, A.J. 1990: Evolutionary Palaeobiology of Behaviour and Coevolution. – Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo, 24–41.

BREMIER, A., LANE, N.G. 1978: Ecology and palaeoecology. – In: MOORE, R.C. (Ed.): Treatise on Invertebrate Paleontology Part T., Kansas Univ., Press. 316–345.

FRANZÉN, C. 1974: Epizoans on Silurian-Devonian crinoids. – *Lethaia,* Vol.7, 287–301.

FRANZÉN-BENGTSON, C. 1983: Radial perforatious in crinoid stems from the Silurian of Gotland. – *Lethaia,* Vol. **16,** 291–302.

FÜLÖP J. 1994: Magyarország geológiája. Paleozoikum II. – Akadémiai Kiadó, Bp., 122–168.

KOLOSVÁRY G. 1951: Magyarország permo-karbon koralljai. – *Földtani Közlöny 81.,* 1–3, 4 –56, 171–181.

RAKUSZ Gy. 1932: Dobsinai és nagyvisnyói felső-karbon kövületek. – *Geologica Hungarica Ser. Pal.* **8**. 203. p.

SCHRÉTER Z. 1953: Földtani vizsgálatok Nagyvisnyó vidékén. – *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése (1951),* 157–166.

TASCH, P. 1973: Paleobiology of Invertebrates (Data Retrieval from the Fossil Record). – John Wiley and Sons. Inc. New York, London, Sydney, Toronto; 741–774.

TASNÁDI-KUBACSKA A. 1960: Palaeopathologia. – Medicina Kiadó, Bp., 61–66.

VADÁSZ E. 1909: Geológiai jegyzetek a borsodi Bükk-hegységből. – *Földtani Közlöny* 39, 164–174.

A kézirat beérkezett: 1997. 07. 21.

Táblamagyarázat – Explanation of plates

I. tábla – Plate I

1. Bryozoa-bekérgezés tengeri liliom nyéltöredékén /10x/
   Bryozoan encrusting on a crinoid columnal
2. Epizoa élőlény életnyoma crinoidea nyéltöredékén /4x/
   Epizoan trace on a crinoid columnal fragment

II. tábla – Plate II

1. Epizoa élőlény kanyargós járatrendszere tengeri liliom nyéltöredékén /10x/
   Meandering trace of an epizoan on a crinoid columnal fragment
2. Bőrcysta tengeri liliom nyéltöredékén /4x/
   Cyst on a crinoid columnal fragment
   (A gyöngyösi Mátra Múzeum gyűjteményéből. L.sz.: M 64.675)

III. tábla – Plate III

1. Ismeretlen külső hatásra bekövetkezett törés gyógyulásnyoma tengeri liliom nyéltöredékén /4x/
   External impact repair on a crinoid columnal fragment

I. tábla – Plate I.



1

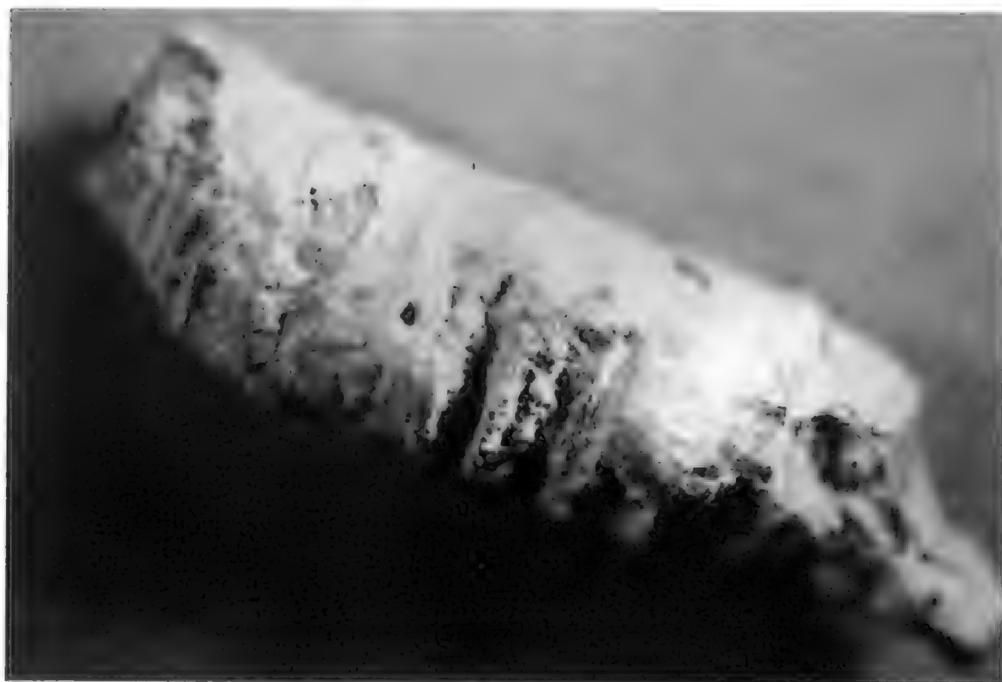


2

II. tábla – Plate II.



3



4

III. tábla – Plate III.



5

Földtani Közlöny 127/1, 211–221 (1997) Budapest

Rövid Stenográfia

(Nicolaus STENO – anatómus, geológus, szent) 1638–1686

Nicolaus Steno – Anatomist, Geologist, Saint (1638–1686)

DUDICH Endre

(5 ábra)

Abstract

N. STENO, born in Copenhagen as a son of a goldsmith, studied in his native town and from 1659 in the Netherlands. His favourite object of study was anatomy, in particular the glands, the muscles and the heart. He discovered the "ductus stenonius" named after him. He was promoted to Doctor of Medicine by the University of Leyden in 1664.

Having spent two years in Paris and Montpellier, he was invited to Florence by Grand Duke Ferdinand in 1666. It was in Toscany that he became interested in minerals and fossils. He travelled widely in Central Europe, visiting also Hungary.

N. STENO eventually became the founder of modern geology, due to his discoveries published in his "Prodromus...." in 1669. In 1672 he returned to Copenhagen, but was not allowed to teach at the university, because, a Lutheran by birth and education he had converted to Catholicism.

Back in Florence by 1674, he was ordained a priest in 1675. Two years later he was nominated titular bishop. He worked as a missionary in Hannover, Münster and Schwerin. He died in this latter town in 1686, at an age of only 48.

The process of N. STENO's beatification by the Roman Catholic Church was initiated in 1938, on the occasion of the 300th anniversary of his birth.

1984 he was declared "venerabilis" by Pope John Paul II (the first step of canonisation). However, the process of beatification has not been terminated so far.

A list of N. STENO's 35 papers is presented.

Manuscript received: 21. 07. 1997

Bevezetés

VADÁSZ E. professzortól hallottam először Stenoról, majd hosszú szünet után M. GUNTAU rostocki professzortól, az **INHIGEO** volt főtitkárától, később elnökétől. Egyre inkább felkeltette az érdeklődésemet ez a rövid életű (mindössze 48 esztendőt élt), egészen rendkívüli személyiség.



1. ábra. N. STENO hiteles arcképe a firenzei Uffizi képtárban

Fig. 1. N. STENO's authentic portrait in the Galleria Uffizi in Florence

A szülői háztól a boncasztalig

Niels STENSEN Dánia fővárosában, *Koppenhágában* (Hafnia) született 1638 Újév napján. Édesapja, Sten PEDERSEN, aranyműves és ötvös volt. Niels hat éves volt, amikor apja meghalt. Az özvegy, Anne NIELSDATTER, még kétszer ment férjhez, mind a kétszer ugyancsak jómódú, sikeres aranyműveshez.

Az élénk szellemű, de vézna, sokat betegeskedő fiú jó iskoláztatásban részesült. Tízéves korától a "Miasszonyunk" *(Vor Fru)* középiskolába járt.

1656 novemberében, 18 évesen, beiratkozott a *koppenhágai egyetemre.* Matematikát, természettudományokat, orvostudományt és klasszikus nyelveket (latint, görögöt és hébert) tanult, sokoldalú és kitűnő tanároktól, többek között Th. BARTHOLINTÓL. Ez az anatómusprofesszor R. BARTHOLIN fivére volt, aki az izlandi pát (kalcit) kettőstörő voltát felismerte.

Fennmaradtak a fiatal STENOnak az olvasmányairól készült jegyzetei, amelyeknek az ironikus *"Chaos"* címet adta (1). Ezekből kiderül, többek között, hogy R. DESCARTES három művét is olvasta, köztük metafizikai főművét: *Meditationes de Prima Philosophia* (1641) és a korszakalkotónak számító *Principia Philosophiae*-t ("cogito, ergo sum": "gondolkodom, tehát vagyok").

Az orvosi szakirodalomból tüzetesen kijegyzetelte HIPPOKRATÉSZ és GALENUS műveit, az ókori fizikusok közül ARCHIMÉDESZT, és természetesen a nagy filozófust, ARISZTÓTELÉSZT.

Koppenhága sikertelen féléves svéd ostroma után, amelynek elhárításában diáktársaival együtt tevékenyen részt vett, 1659-ben *Hollandiába* ment.

Németalföld ekkoriban Európa szellemileg legszabadabb országának számított, a tanulni vágyó fiatal protestánsok számára az ígéret földje volt, maga a *Nagy Lehetőség.*

Amszterdamban és *Leydenben,* valamint rövid időre *Groningenben* is elsősorban *anatómiai tanulmányokkal* foglalkozott. Ezért meglepő, hogy első nyomtatásban megjelent műve, 1660-ban, *a hévforrások eredetével és vegyi összetételével foglalkozott* (2).

Sokat boncolt, főleg háziállatokat, és a tanítványból itt vált mesterré.

A boncolások során a fej mirigyei, az izmok – beleértve a szívet is –, és az agy érdekelték leginkább. (2, 3, 4, 5, 6).

Felfedezte és leírta azt a mirigyvezetéket, amelyet neveről máig is **"ductus stenonianus"**-nak hívnak. Ezt a felfedezését irigy tanára, Gerhard BLASIUS, megpróbálta tőle elvitatni, és a korabarokk időkhöz képest is minősíthetetlenül durva vitairatban támadta meg. A fiatalember higgadt eleganciával, de könyörtelen logikával védte meg igazát (12).

Kimutatta, hogy a szív nem más, mint egy izomköteg (13).

DESCARTESnek "Az emberről" szóló műve *(De Homine)* 1662-ben, a szerző halála után 12 évvel jelent meg. Nyomban a következő évben a római egyház *indexre tette,* azaz megtiltotta az olvasását és terjesztését. A párizsi egyetemen királyi rendelet tiltotta be. Így természetes, hogy STENO nagy érdeklődéssel tanulmányozta. Csalódnia kellett.

DESCARTES "érzéketlen gép" elméletével szemben STENO határozottan úgy vélte, hogy az *állatok is éreznek fájdalmat.*

1664-ben hazatért *Koppenhágába,* hogy elbúcsúzzon nagybeteg édesanyjától, majd eltemesse őt. Várakozása ellenére nem kapott állást az egyetemen, így újra külföldre ment, ezúttal *Franciaországba.*

Távollétében, 1664 decemberében a *leydeni egyetem* (orvos)- *doktori címmel* tüntette ki.

Nagyvilági élet Párizsban

A Napkirály *Franciaországába* utazván, kitűnő társaságba került.

Ennek lelke és az előkelő szalon házigazdája egy *Issy*-i úriember, a gazdag és élénk eszű Melchisédech THÉVENOT volt, aki később a francia Akadémia tagja és XIV. Lajos könyvtárosa lett.

DISPUTATIO PHYSICA

De

THERMIS,

Quam

D. D.

Præside

Clarissimo, Doctissimoque

VIRO,

D. ARNOLDO SENGUERDIO, L. A. M.

Et in Illustri Amstelodamensium Athenæo Philosophiæ

Professore Primario,

Publicè defendet

NICOLAUS STENONIS Hafnia Danus.

Die 8 Iulii, horis locoque solitis.



AMSTELÆDAMI,

Apud JOANNEM RAVESTEINIUM,

Civitatis & Illustris Scholæ Typographum, MDCLX.

2. ábra. N. STENO első, a hévizekről írt értekezésének címlapja

Fig. 2. Cover page of N. STENO's thesis on the thermal waters

Ennek a kéthetente összeülő szellemi elitnek volt korábban tagja az 1662-ben elhunyt fizikus és gondolkodó B. PASCAL is.

STENO anatómiai vizsgálatait *Párizsban* is tovább folytatta. Előadást tartott az emberi agy szerkezetéről, mégpedig francia nyelven (17).

Ebben ismét DESCARTES ellen foglalt állást, elvetve annak azt a nézetét, hogy a *tobozmirigy (glandula pinealis)* az a szerv, amelyen át a lélek kapcsolatban áll a testtel.

Montpellierben is tovább folytatta bonctani tanulmányait. Ott megismerkedett angol tudósokkal is, és több közleményt küldött *Londonba* az előző évben (1645-ben) alapított **The Royal Society**-nek.

Felfigyelt rá a firenzei *(toszkánai, etruriai)* nagyherceg, II. MEDICI Ferdinando, és 1666 elején meghívta magához.

A nagyherceg orvosa és a cápa fogai

A **Mediciek** *pisai* téli rezidenciájában, majd a *firenzei Palazzo Vecchio*-ban élt. Élénk későrenenszánsz szellemi életbe került. Tagja lett az 1657-ben alapított **Accademia del Cimento**-nak. Ennek a tudományos társulatnak G. GALILEI neve fémjelezte a kísérleti irányú programját.

STENOnak *Firenzében* anyagi gondjai nem voltak. Szabadon mozgott és tevékenykedett. Ellátták kísérleti anyaggal és boncolnivalóval. Ekkor jutott hozzá ahhoz is, hogy egy Livornonál partra húzott cápát felboncolhasson. Ennek során ismerte fel a cápafogak hasonlóságát a *Málta* szigetéről ismert nyelvkövekhez *(glossopetrae)*. Arra a helyes következtetésre jutott, hogy azok nem egyebek, mint megkövesedett cápafogak (22).

Módszertani hitvallását a következőkben foglalta össze:

"A természettudományokban nem tudunk semmi mást, csak amit a kísérletek és a megfigyelés nyújtanak, és amit azokból le tudunk vezetni metafizikai és mechanikai elvek segítségével."

Föld és ég vonzásában

Toscanai kirándulásai során a síkvidéki születésű és iskolázottságú STENO különös figyelmet szentelt a domboknak, a völgyek üledékeinek és a kristályoknak. Ásványokat és fosszíliákat gyűjtött, gazdagította és rendezte a nagyherceg gyűjteményét.

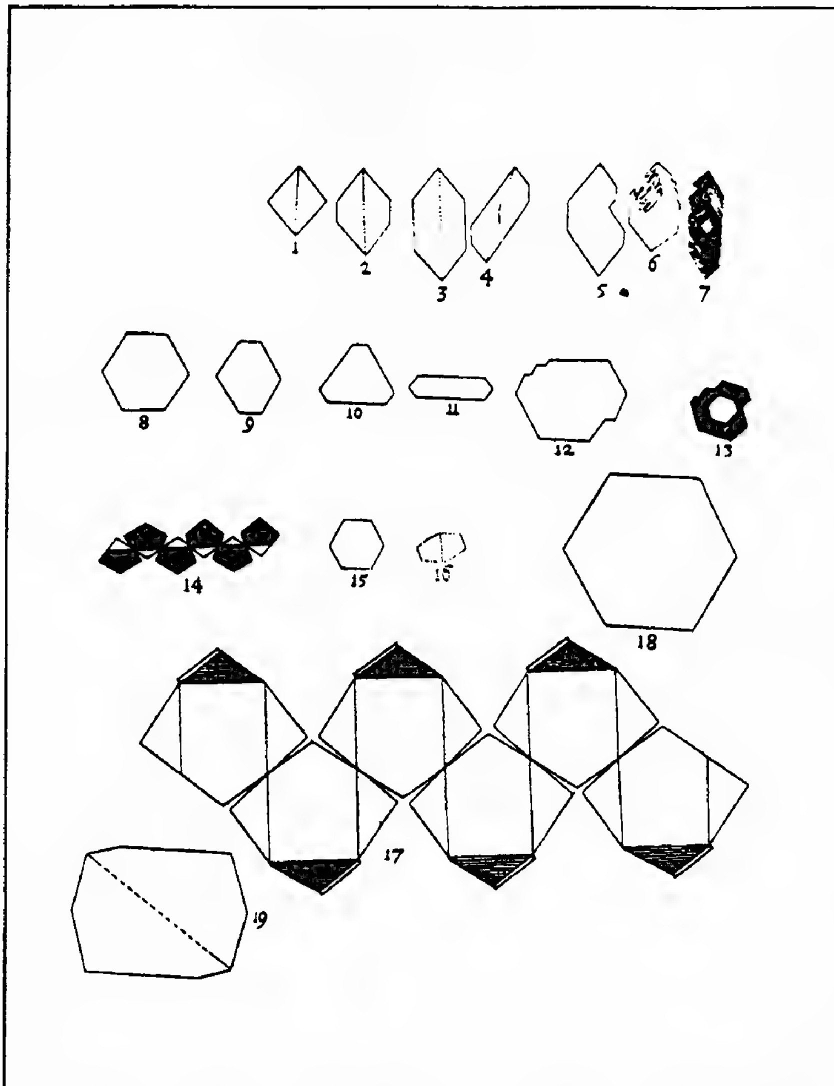
Élesszemű megfigyelő, ügyeskezű rajzoló és fegyelmezett következtető volt. Ennek eredményeként a *rétegegymásutánnak* és a *töréses*, valamint *eróziós* folyamatoknak első összefüggő leírását (és rajzát) adta, megkövült állati maradványokként értelmezte a *fosszíliákat (osztreákat, pekteneket és csigákat)*, valamint felismerte a *kristályok szögállandóságát*. Még a kristályokban előforduló *folyadékzárványokat* és az azokban látható *gázbuborékokat* is megfigyelte és leírta.

Mindezzel beleírta nevét mind a **földtan** és az **őslénytan**, mind pedig a **kristálytan** történetébe. Tulajdonképpen tőle számítjuk *a modern földtudományok kezdetét.*

Csak ideiglenes bevezetésnek *(Prodromus)* szánt műve "a szilárd testekben természetes módon előforduló más szilárd testekről" 1669-ben jelent meg. *(De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus, 24).*

Már két évvel később megjelent az angol fordítása is *Londonban*. Nem helytálló tehát az a sokáig közkeletű nézet, hogy STENO úttörő gondolatai hosszú időre (egészen Élie de BEAUMONT-ig, 1830) feledésbe merültek volna.

Figyelemreméltó az is, hogy az *Appenninek* gyűrt formaelemei sem maradtak ismeretlenek előtte. Dicséretes szerénységgel azonban ezekről nem foglalt állást, mondván, hogy *"mind a megfigyeléseim, mind az értelmezés lehetőségei elégtelenek."* Emellett a reformáció megrázkódtatásai után megújuló katolicizmus is felkeltette a lutheránus *(evangélikus)* neveltetésű STENO figyelmét.



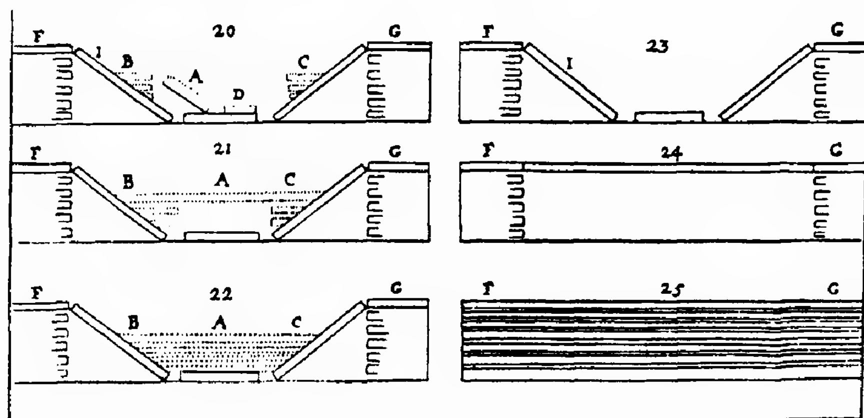
3. ábra. N. STENO kristály-táblája. Ezen mutatta ki a kristályok szögállandóságának törvényét

Fig. 3. N. STENO's crystal table, in the comments to which he established the law of constancy of crystal angles

Tudományos és vallásos érdeklődése nemhogy nem állt egymással ellentétben, hanem egy tőről fakadt és szervesen kiegészítette egymást. Sőt: egyenesen *bűnös mulasztás* nem vizsgálni Isten műveit a Természetben.

Ezt írta:

"A test és lélek csodáit megismerve jutunk el Isten felismerésére és szeretetére".



4. *ábra.* N. STENO ábrái Toscana fejlődéstörténetének hat szakaszáról

Fig. 4. N. STENO's figures illustrating six successive development stages of Toscany

Továbbá:

"Szép, amit látunk, szebb, amit megértünk, de messze a legszebb, ami meghaladja értelmünket."

Azonban élesen szembefordult SPINOZA panteisztikus *természet-istenítésével.* (Ez ügyben leveleket is váltottak egymással.)

Néhány kiváló életű egyéniség – köztük egy előkelő hölgy, Lavinia ARNOLFINI és FLAVIA nővér, a nagyherceg kórházát kiszolgáló gyógyszertár vezetője is – nagy hatással volt rá. 1667 Halottak Napján pedig *misztikus istenélményben* is volt része. Ekkor döntött úgy, hogy *áttér a katolikus vallásra.*

Még abban a hónapban meghívást kapott szülővárosából, a *koppenhágai* egyetemről. Ehelyett azonban inkább hosszú geológiai tanulmányútra ment *Ausztriába (Tirolba), Felsőmagyarországra (!) és Hollandiába.*

Magyarországi utazásainak körülményeiről és eredményeiről tüzetesen írt VICZIÁN I. (1979). Eszerint FRANGEPÁN Katalin meghívására járt Selmecbánya vidékén. A gyűjtött kőzet- és érc- minták megtalálhatók a nagyherceg gyűjteményének Jegyzékében (Indice, 27).

Amikor *Amszterdamban* értesült pártfogója, **Ferdinando nagyherceg** haláláról, sietve visszatért *Firenzébe.*

Csak évek múltán, 1672-ben kapott végre magas szintű – miniszteri – biztosítékot arra, hogy *Dániában* is szabadon gyakorolhatja választott hitét. (Ezt aztán végülis csak *a francia követ házában* tehette meg.)

Az év nyarán meg is érkezett *Koppenhágába,* de mint katolikus, nem lehetett kinevezett tanár az egyetemen.

Előadásokat és bemutató boncolásokat azonban tarthatott.

Boncolt is: rénszarvast (28), sast (29), sőt még medvét is (32). Azonban minden lépését gyanakvás kísérte, és ismételt provokációknak volt kitéve.

Végül 1674-ben föladta a kilátástalannak bizonyult koppenhágai küzdelmet és MEDICI Cosimo nagyherceg hívásának engedve visszatért *Firenzébe.*

A trónörökös herceg, a későbbi **III. Ferdinánd** nevelője lett, aki számára erkölcsi buzdító intelmeket is írt (33).

A szegények püspöke

Közben mind elmélyültebben készült a *papi hivatásra.* Tisztasági és szegénységi fogadalmat tett. (Nem lépett be szerzetesrendbe, így engedelmességi fogadalmat nem tett.) A firenzei Dómban pappá szentelték, és első szentmiséjét 1675 április 14-én, Húsvét vasárnapján mutatta be.

Johann FRIEDRICH hannoveri választófejedelem elhatározta, hogy STENO képességeit az északnémet lakosság újra-katolizálása érdekében hasznosítja.

1677 szeptember 19-én N. STENOt *címzetes Titiopolisi püspökké* szentelték, és az *"északi országok apostoli helynökévé"* nevezték ki.

Új tevékenységi helyén, *Hannoverben* LEIBNIZcel is találkozott, aki igyekezett közvetíteni a katolikus és a protestáns vallás között. STENO nem értett vele egyet. Úgy foglalt állást, hogy "aki mindenütt akar lenni, végül sehol sem lesz".

Székhelyét 1680-ban *Münsterbe,* 1683-ban pedig *Hamburgba* tette át. Végül 1685 decemberében *Schwerinbe* ment.

Teljes szegénységben, egyre súlyosbodó vesegörcseit és gyomorbántalmait hősiesen tűrve, minden idejét és erejét a szegények segítésének és pasztorációjának szentelte.

Budának a töröktől való felszabadulása után, 1686 november 25-én tért meg Istenéhez.

Befejezetlen befejezés

Már a következő évben, a firenzei nagyherceg parancsára, földi maradványait *Itáliába* szállították és a *firenzei* Szent Lőrinc templomban *(Basilica di San Lorenzo)* helyezték nyugalomra.

Halálának 200. évfordulóján, 1886-ban márvány emléktáblát avattak a Szent Lőrinc kolostorban, a *"geológusnak és anatómusnak egyaránt kiemelkedő férfi" (vir inter geologos et anatomicos praestantissimus)* emlékére.

Születésének 300. évfordulóján, 1938-ban, kezdeményezték N. STENO *boldoggáavatásának (beatificatio)* eljárását.

1949-ben a német püspöki kar egyhangúlag támogatta a javaslatot.

Az illetékes pápai bizottság (**Sacra Congregatio pro causis sanctorum**) megkezdte az adatgyűjtést.

Az eredményt egy negyedszázad elmúltával, 1974-ben egy csaknem 1200 oldalas kötetben foglalták össze. **(Positio)**. Ezt egy szakbizottság **(Officium)** elé terjesztették.



5. ábra. N. STENO püspöki címere: anatómialag helyes arányú szívbe ágyazott kereszt

Fig. 5. N. STENO's episcopal coat-of-arms: a cross implanted in a heart of anatomically correct proportions

1983-ban mindkét testület úgy döntött (június 14-én, illetve november 22-én) hogy *"Nicolaus Steno minden tekintetben a keresz-tény erények mintaképe volt."*

1984. január 12-én **II. János Pál** pápa rendeletben *(Decretum)* hirdette ki, miszerint:

"...bizonyítást nyert, hogy élete folyamán Nicolaus STENO hősi fokon gyakorolta az isteni erényeket, vagyis a hitet, reményt és az Isten- és emberszeretetet, ugyancsak a négy sarkalatos erényt, úgymint az okosság, igazságosság, mértékletesség és lelki erősség erényét, a boldoggáavatás követelményeinek megfelelően."

Ennek alapján N. Steno *venerabilis* lett, azaz *"tiszteletreméltó"*, de kultuszát nem engedték meg.

A következő lépés, hogy egy orvosi szakbizottság felülvizsgálja a STENO közbenjárására bekövetkezett *csodás gyógyulásként* számontartott eseteket. Utána újra összeül a teológiai bizottság és javaslatot terjeszt a pápa elé az ügyről *(De tuto)*.

Ennek alapján születhet meg az az apostoli levél *(Epistola)*, amely a tiszteletreméltó Nicolaus STENOt *boldoggá (beatus)* nyilvánítja, akit az Egyház bizonyos

területein (adott esetben *Dániában* és *Németországban*) kultusszal lehet illetni (pl. arcképét vagy/és szobrát templomban elhelyezni).

A *szenttéavatáshoz (canonisatio)* az egész hosszú és bonyodalmas folyamatot meg kell ismételni.

Csak ennek eredményes befejezése után válhat majd N. STENO az egész katolikus egyházban tisztelhető **STENO Szent Miklóssá**, az anatómusok és geológusok védőszentjévé, mint ahogy **Albertus MAGNUS** *(Nagy Szent Albert)* a természettudományok és a természettudósok védőszentje.

Nicolaus Steno művei

(1) 1659 Chaos *(Koppenhága)*
(2) 1660 Disputatio physica de thermis *(Amsterdam)* – Természettani értekezés a hévforrásokról
(3) 1660 De prima ductis salivalis exterioris inventione & Blasianis experimentis (Leyden) – Az első külső nyálvezeték felfedezéséről és Blasius kísérleteiről
(4) 1661 Disputatio anatomica de glandulis oris, & nuper observatis inde prodeuntibus vasis prima. *(Amsterdam)* – A száj mirigyeinek bonctani és az onnan kiinduló, először megfigyelt edényeknek első ismertetése
(5) 1662 Observationes anatomicae, quibus varia oris, oculorum & narium vasa describuntur novique salivae, lacrymarum & muci fontes deteguntur. *(Amsterdam)* – Bonctani megfigyelések, amelyek révén a száj, a szem és az orr különböző edényei leíratnak és a nyál, a könnyek és a nyálka forrásai felfedeztetnek
(6) 1662 Sudorum origo ex glandulis – Az izzadmányok eredete a mirigyekből
(7) 1662 Cur Nicotianae pulvis oculos clariores reddeat? – Miért teszi tisztábbá a szemet a dohánypor?
(8) 1662 Observationes anatomicae in avibus & cuniculis. – Bonctani megfigyelések madarakon és nyulakon
(9) 1662 Ex variorum animalium sectionibus. - Különféle állatok boncolásából
(10) 1663 De vesiculis in pulmone – A tüdőben levő hólyagocskákról
(11) 1663 Lymphaticorum varietas – A nyirokmirigyek változatossága
(12) 1663 Apologiae prodromus, quo demonstratur judicem Blasianum & rei anatomicae imperitum esse, & affectum suorum servum. *(Amsterdam)* – Bevezetés a védekezéshez, amely kimutatja, hogy bírálóm, Blasius járatlan a bonctanban és érzelmeinek rabja
(13) 1663 Nova musculorum & cordis fabrica – Az izmok és a szív új szerkezete
(14) 1663 De musculis & glandulis observationum specimen – Az izmokra és mirigyekre vonatkozó észrevételek bemutatása
(15) 1663 De anatome rajae epistola ad Giul Pisonem – Levél Giul Pisohoz a rája bonctanáról
(16) 1663 De vitelli in intestina pulli transitu epistola ad Paul Barbette – Levél Paul Barbette-hez a húsnak a baromfi belén való áthaladásáról
(17) 1665–66 Discours sur l' anatomie du Cerveau. *(Párizs)* – Értekezés az agy bonctanáról
(18) 1665–66 Embryo monstro affinis Parisiis dissectus – Egy Párizs-környéki torz magzat boncolásáról
(19) 1665–66 In ovo & pullo observationes – Megjegyzések a tojásról és a tyúkról
(20) 1665–66 Uterus leporis proprium foetum resolventis – A saját magzatát felszívó nyúlméh
(21) 1667 Elementorum Myologiae Specimen, Seu Musculi descriptio geometrica – Az izomtan elemeinek bemutatása, avagy az izom mértani leírása
(22) 1667 Canis Carchariae dissectum Caput – A kutyacápa fejének felboncolása
(23) 1667 Observationes anatomicae spectantes ova viviparium – Bonctani megjegyzések az elevenszülők petéire vonatkozólag
(24) 1669 De Solido Intra Solidum Naturaliter Contento Dissertationis Prodromus *(Firenze)* – Bevezetés a szilárd testben foglalt szilárd testről szóló értekezéshez

(25) 1670 De vitulo hydrocephalo epistola – Levél egy vízfejű borjúról
(26) 1671 Lettere al Granduca Cosimo III sulle Grotte sopre Gresta e di Moncodeno – Levelek III. Cosimo nagyherceghez a Gresta és Moncodeno fölötti barlangokról
(27) 1672 Indice di Cose naturali – Természetes tárgyak Jegyzéke
(28) 1673 Anatome rangiferi *(Koppenhága)* – A rénszarvas bonctana
(29) 1673 Historia musculorum aquilae – A sas izmainak története
(30) 1673 Prooemium demonstrationum Anatomicarum in Theatro Hafiensi anni 1673 – A koppenhágai boncteremben az 1673. évben tartott bonctani bemutatások ismertetése
(31) 1673 Receptaculi sangvinis circulis per ventriculorum cordis separationem ab invicem manifestior redditus – Annak világosabbá tétele, hogy a keringő vért a szív kamrái választják el egymástól
(32) 1673 De ursu – A medvéről
(33) 1674 Trattato di morale per un Principe. *(Firenze)* – Erkölcstan – fejedelem számára
(34) 1675 Ornamenta: Monumenta, Signa, Argumenta – Díszítmények: emlékművek, jelvények, emléktáblák
(35) 1684 Certum est motus... *(Hamburg)* – Bizonyos, hogy a mozgás...

Felhasznált irodalom

BIERBAUM, M., FALLER, A. 1979: Niels Stensen, Anatom, Geologe und Bischof. – Münster, Aschendorff, 2. ed., 203 p.

POULSEN, J. E., SNORRASON, E. 1986: Nicolaus Steno, 1638-1686. A re-consideration by Danish scientists. – Nordisk Insulinlaboratorium, Centofte, 224 p.

KRÜGER, R. 1979: Niels Stensens Schweriner Advent. – St. Benno Verlag GmbH, Leipzig, 225 p.

VENDL, A.1937: Steno munkásságának méltatása (Elnöki megnyitó). – *Földtani Közlöny* **67**. 79–88.

VICZIÁN I. 1979: Nicolaus Steno magyarországi utazásának írásos bizonyítékai. – *Földtani Tudománytörténeti Évkönyv* 7. (1978), 107–112, 169, Budapest

A kézirat beérkezett: 1997. 07. 21.

Földtani Közlöny 127/1-2, 223-227 (1997) Budapest

Hírek, ismertetések

Magyar földtudományi szakemberek világtalálkozója HUNGEO '96

1996 augusztus 15-22. között került sor a magyar földtudományi szakemberek – geológusok, geofizikusok, geográfusok, kartográfusok – világtalálkozójára Budapesten, Balatonalmádiban és Vörösberényben.

A rendezvény fő célkitűzése volt:

– lehetőséget biztosítani a Magyarországon, a Magyarországgal szomszédos államokban és a nagyvilágban szétszórtan élő földtudományi szakembereknek, hogy egymás munkáját közvetlenül megismerhessék,

– előmozdítani a földtudományi kutatók, oktatók és gyakorlati szakemberek eszmecseréjét, az egyes szakterületek és régiók közötti jobb kommunikációt, együttműködést és közös publikálást,

– kezdeményezni egy egységes magyar földtudományi terminológia, valamint korszerű oktatási anyagok kidolgozását.

A rendezvény szervezője a Magyarhoni Földtani Társulat volt. Segítségére volt mint társrendező a Magyar Tudományos Akadémia, a Magyar Geofizikusok Egyesülete, a Magyar Földrajzi Társaság, a Földmérők, Térképészek és Távérzékelők Társasága, és a Balaton Akadémia.

A rendezvény **plenáris ülésekkel** kezdődött. Első előadóként KOMLÓSSY György (Budapest) Magyarország, valamint tágabban a közép- és kelet-középeurópai régió Európai Unióba történő integrálódási problémáit vizsgálta a földtudományok sajátos szemszögéből. TRUNKÓ László (Karlsruhe) megjelenés alatt álló "Magyarország földtana" c. angol nyelvű könyvét mutatta be. Mennyire ismert Magyarország geofizikája? – tette fel a kérdést VERŐ László (Budapest) előadása címében. A földtudományok perspektíváit vetítette elénk BEDER Tibor (Miercurea Ciuc/Csíkszereda) "Földtudomány és jövőstratégia" c. előadásában. A nagy multú magyar térképészet fejlődéstörténetét vázolta fel Lázár deáktól napjaink digitális térképeiig KLINGHAMMER István (Budapest).

Ugyancsak plenáris ülésen kerültek bemutatásra Magyarország földtudományi kutatása utolsó 10 évének legfontosabb eredményei (mind budapesti előadóktól). Egy történeti bevezető után a magyar geológia jelenlegi helyzete került taglalásra. Ez, a szakma egészét áttekintő előadás után néhány fontos szakág (radiometrikus kormeghatározás, földtani természetvédelem, földtani térképezés, természeti erőforrások feltárása) eredményeivel ismerkedhetett meg részleteiben is 1-1 előadásban a 12 országból érkezett 110 szakember.

A **szekcióülések** több mint 50 előadásának ismertetésére itt nincs helyünk, csak a témaköröket s 1-1 érdekesebb témát említhetünk meg. (Az elhangzott előadások teljes jegyzékét az alábbiakban adjuk!)

A **geológiai szekcióban** 15 előadás hangzott el az ásványtan, ércesedés, szerkezettan, vízföldtan, őslénytan és a földtani természetvédelem köréből. Közülük igen érdekes volt a mócsi (Kolozs megye, Erdély) meteorkőhullás mikroásványairól, valamint az Eger környéki óharmadidőszaki életnyomokról szóló. Magyar vonatkozásokat tartalmazott a Brit-szigeteken lévő Szent Patrik barlangról szóló előadás.

A **geográfiai szekció** gazdag tudományos termést mutatott be (közel 30 előadásban). Az oktatásmódszertani–nevezéktani előadási blokk az oktatást segítő térképekről, a földrajzi nevek írásáról, helységnévtárakról, az oktatás régiónként változó módszereiről szóló előadásokat tartalmazott. Napjaink egyre égetőbb problémáit, ill. kezelési módját mutatták be a természet-és környezetvédelmi témakör előadásai. Figyelemre méltó: a túrizmust, sajátságos természeti erőforrásnak tekintette egy előadó. Súlyos és bonyolult kérdéseket taglaltak a politikai és etnikai földrajz témakörébe csoportosított előadások. Többek között: táj és geopolitika, etnikai térképek és változásai, a világ vallásföldrajza szerepelt programon. A geomorfológia és tájföldrajz témakörben vulkánalaktan, domborzatfejlődés, a hordalékszállítás felszínalakító szerepéről, ill. a történeti és tájföldrajz, valamint a geoökológia kérdéseiről hangzottak el előadások.

A **geofizikai szekcióban** a Pannon-medence egy speciális geofizikai kérdéséről, a geoidundulációról, valamint a régészeti geofizikáról hangzott el előadás.

A záró plenáris ülés újra az áttekintő, ill. összefoglaló témáknak adott fórumot. Az előadások a kontinensek fejlődésével, regionális hidrogeológiai jelenségekkel, a rádióaktív hulladékok elhelyezésével, a kibontakozóban lévő geomuzeológiával, valamint egységes magyar geoterminológiával foglalkoztak.

Az előadásokat **intézetlátogatások,** valamint **poszterbemutató** (12 téma) egészítette ki.

Esténként **vitafórumokra, műhelybeszélgetésekre, közös programok kidolgozására, videofilmek** bemutatására került sor. Két egynapos (Balatonfelvidék, Alföld), valamint egy kétnapos (Selmecbánya, Észak-Csallóköz) **kirándulás,** a tihanyi **Eötvös Lóránd emlékkiállítás,** továbbá az érdi **Magyar Földrajzi Múzeum megtekintése** egészítette ki a programot.

A rendezvény legnagyobb haszna talán a személyes találkozás, a kapcsolatok felvétele, egymás munkájának és eredményeinek megismerése volt. Felbecsülhetetlen hasznot hozott az információcsere. A "profit" oldalon jelentkeztek a közös programok, kutatások koordinálása, tanulmányutak lehetősége, helyszíni ismeretszerzés a kirándulásokon, s a magyarországi tudományos életbe történő integrálódás lehetősége.

A rendezvény jelentős sikere nyomán határozat született arról, hogy a HUNGEO kezdeményezést folytatni kell s a rendezvényt sorozattá kell fejleszteni.

Elhangzott előadások

Augusztus 15. (csütörtök), Budapest

TRUNKÓ László, (Karlsruhe, D):
Geologie von Ungarn 1969 – Geology of Hungary 1996: Magyarország földtanának összefoglaló bemutatása külföldieknek egykor és ma

VERŐ László, (Budapest, H):
Mennyire ismert Magyarország geofizikája?

BEDER Tibor, (Miercurea Ciuc/Csíkszereda, Ro):
Földtudomány és jövőstratégia

KLINGHAMMER István, (Budapest, H):
A magyar térképészet Lázár deáktól napjainkig

KOMLÓSSY György, (Budapest, H):
Magyarország – Közép- és Kelet-Európa – Európai Unió

Augusztus 16. (péntek), Budapest

PÓKA Teréz (Budapest, H)
Sikerek és mélypontok a magyarországi földtudományok történetében
BÁRDOSSY György – CSONGRÁDI Márta – HAAS János – KECSKEMÉTI Tibor (Budapest, H):
A magyar földtani kutatás helyzete és főbb eredményei
BALOGH Kadosa – PÉCSKAY Zoltán – ÁRVÁNÉ SÓS Erzsébet (Debrecen, H):
A debreceni K/Ar laboratórium tevékenysége és eredményei
TARDY János (Budapest, H):
A földtani természetvédelem helyzete és eredményei Magyarországon
BREZSNYÁNSZKY Károly (Budapest, H):
A földtani térképezés helyzete és eredményei Magyarországon
RÉTVÁRI László (Budapest, H):
Kicsiny, szegény ország...?

Augusztus 17. (szombat), Balatonalmádi

PÁSZTOHY Zoltán (Miercurea Ciuc/Csíkszereda, Ro):
Az Erdélyi-medence délkeleti szegélyének szerkezete és kapcsolata a Keleti-Kárpátok neogén fejlődésével
LÁSZLÓ Attila – LÁSZLÓ Margit (Sf. Gheorghe/Sepsiszentgyörgy, Ro):
A Feketehalom (Codlea) – Holbáki (Holbav) szerkezet földtani viszonyai a Kárpát-kanyar alpi geotektonikai fejlődése tükrében
DOJCSÁK Győző (Budapest, H):
Kozmikus szemlélet a földtudományokban
JOCHÁNÉ EDELÉNYI Emőke – GONDÁRNÉ SÖREGI Katalin (Budapest, H):
A dunántúli-középhegységi karsztvíztároló rehabilitációja és a földtani térképezés kapcsolata
JASKÓ Tamás (Watford, UK):
A Szent Patrik-barlang és magyar látogatói
PAPP Gábor (Sopron, H):
A lokális geoidundulációk értelmezése a Pannon-medencében
MOLNÁR József – TAR Károly (Debrecen, H):
Az ózonkoncentráció és a léghőmérséklet kapcsolata Magyarországon
OROSZLÁN Zoltán (Veszprém, H):
Kapcsolat, az Essegvár geofizikai, és tervezett régészeti kutatása
KECSKEMÉTI Tibor (Budapest, H):
Hol tart a magyarországi nagy-Foraminifera kutatás?
WANEK Ferenc (Clui-Napoca/Kolozsvár, Ro):
Kagylósrák-faunák (Ostracoda, Crustacea) a Temesi-Bánság pontusi üledékeiből
DÁVID Árpád (Eger, H):
Életnyomok és patológiás elváltozások egri és Eger környéki felső-oligocén korú puhatestűek mészvázán
GÖTZ Endre – RÉTHY Károly (Baia Mare/Nagybánya, Ro):
Vivianit előfordulása Misztbányán
HADNAGY Árpád (Cluj-Napoca/Kolozsvár, Ro):
Recens üledékek mikromineralógiai vizsgálata az 1882-es mócsi (Kolozs megye, Románia) meteorkőhullás szórási területén
KOSZTOLÁNYI Károly – MULLIS, Joseph – WEIDEMANN, Marc (Villers Les Nancy, F):
Gipsz-anhidrit fázisátalakulásának mérése, kvarcban foglalt gipsz zárványok esetében

BACSÓ Zoltán (Koice/Kassa, SK):
Kelet-Szlovákia neogén vulkanogén ércesedései és kárpáti kapcsolata
WALDMAN István (Baia Mare/Nagybánya, Ro):
A Gutin-hegység keleti övezete epitermális ércesedéseinek metallogéniai modellje
PARÁK Tibor (Alvsjö, S):
Aktuális kérdések a klasszikus Kiruna-típusú ércek keletkezéséről

Augusztus 17. (szombat) Vörösberény

LÁSZLÓ Gyula (Budapest, H):
Megnyitó gondolatok
PROBÁLD Ferenc (Budapest, H):
A földrajzi oktatás és kutatás időszerű kérdései
PAPP-VÁRY Árpád (Budapest, H):
A Cartographia oktatást segítő eszközei
PÉK László (Galanta/Galánta, SK):
Földrajzoktatás a szlovákiai magyar iskolákban
LÁSZLÓ Árpád (Dunajská Streda/Dunaszerdahely, SK):
A földrajzi nevek írása Szlovákiában.
VÍG István (Baia Mare/Nagybánya, Ro):
Romániai magyar helységnevek c. összeállítás bemutatása
KOVÁCS Zsuzsanna (Mosonmagyaróvár, H):
Földrajzoktatás és honismeret
NEMES-NAGY József (Budapest, H):
Matematika és tértudományok
SZABÓ István Mihály (Budapest, H):
A Kárpát-medence környezetvédelmi szempontú áttekintése
TÖVISSI József (Cluj-Napoca/Kolozsvár, Ro):
A Küküllő-menete és a középső Maros-menete környezeti válságairól
IMECS Zoltán (Cluj-Napoca/Kolozsvár, Ro):
Az erdélyi Mezőség vízellátási rendszerei – jelen és jövő
DEÁK Éva Judit (Sf. Gheorghe/Sepsiszentgyörgy, Ro):
Brassó és környéke – a turizmus földrajzi vonatkozásai
HAJDÚ - MOHAROS József (Budapest–Vörösberény, H):
Táj és geopolitika
KOCSIS Károly (Budapest, H):
A Kárpát-medence etnikai arculatának változása a trianoni békediktátum óta
VOFKORI László (Odorheiu Secuiesc/Székelyudvarhely, Ro):
Erdély etnikai térképe, 1992.
SZŐCS Enikő (Sf. Gheorge/Sepsiszentgyörgy, Ro):
A Felső-Háromszék etnikai átrendeződése a XX. század kezdetétől
JÁKI Sándor Teodóz (Győr, H):
Csángókérdés
BORBÁTH Erzsébet (Miercurea-Ciuc/Csíkszereda, Ro):
A csángó gyermekek oktatásának problémái
HUNYADI László (Pilis, H):
A világ vallásföldrajza
SZIVERI Béla (Temerin, Yu):
Becse község földrajzi sajátságainak bemutatása

KARÁTSON Dávid (Budapest, H):
A Pannon enciklopédia: a Kárpát-térségi természetföldrajzi szintézis lehetőségei és problémái
RÉTVÁRI László (Budapest, H):
Közép-Európa földrajzi igazsága

Augusztus 19. (hétfő) Vörösberény

SZÉKELY András (Budapest, H):
A magyarországi neogén vulkáni hegységek geomorfológiája
MOLNÁR Katalin (Budapest, H):
A tájföldrajz kialakulása és története Magyarországon
ELEKES Tibor (Odorheiu Secuiesc/Székelyudvarhely, Ro):
A Fehér-Nyikó vízgyűjtőjének geoökológiai viszonyai
MAKFALVI Zsuzsanna (Sf. Gheorghe/Sepsiszentgyörgy, Ro):
Domborzatfejlődés és talajtípusok a Csíki-medencében
PÁNDI Gábor (Cluj-Napoca/Kolozsvár, Ro):
Folyóvízi hordalékszállítás az Erdélyi-medencében
KOPACZ Zsuzsanna (Oradea/Nagyvárad, Ro):
Diaszon: "Barlangok és barlangászok"
EIGEL Tibor (Miercurea-Ciuc/Csíkszereda, Ro):
Adalékok a Gyergyói-medence történeti földrajzához

Augusztus 19. (hétfő) Balatonalmádi

HAJNAL Zoltán - NÉMETH Balázs - BERDAN Sándor (Saskatoon, Ca):
Egy kontinens fejlődése
ZOLNAI Gergely (Pau, F):
Az orogén mozgások kvantifikációja és vízszintes elmozdulások szerepe a gyűrt övekben
BÁRDOSSY György (Budapest, H):
A rádióaktív hulladék elhelyezés a környezetvédelem és a hazai energiaellátás tükrében
KECSKEMÉTI Tibor (Budapest, H)
A földtudományok egy új ága: a geomuzeológia
HAJDÚ - MOHAROS József (Budapest-Vörösberény, H):
Az egységes magyar földtudományi terminológia kialakításáért

Dr. KECSKEMÉTI Tibor

Földtani Közlöny 127/1–2, 229–238 (1997) Budapest

Szemle

Magyarország – Közép- és Kelet-Európa – Európai Unió

KOMLÓSSY György

E század és az ezred fordulóján egy új Európa kialakulásának lehetünk tanúi. Ez egy felgyorsult magas szintű integrációs folyamat, melyben minden európai nép megőrizheti, sőt gyarapíthatja nemzeti kulturális örökségét a társadalom, a tudományok, a gazdaság, a környezet, azaz az emberi jólét fejlődésének ígéretével.

A XX. századi európai történelem az integrációs és dezintegrációs folyamatok története. Ezek a folyamatok nemcsak váltották egymást, hanem térben és időben eltérő módon párhuzamosan is megnyilatkoztak.

Különböző, egymással szemben álló szövetségi rendszerek alakultak ki, miközben mások szétestek. A felhalmozódott feszültségek a század első felében szörnyű világháborúkhoz vezettek, melyeket bosszú diktálta katasztrofális békeszerződések követtek. A század második felében a hidegháború Európát két részre szakította, Kelet- és Nyugat-Európára. Amíg a nyugati országokban a társadalom és a gazdaság a maga évezredes hagyományait követve a magántulajdon tiszteletére, a szabad kereskedelemre, az egyéni kezdeményezésre és az egyéni- és önszerveződő közösségek számára szabad és nyitott környezetre épült, addig a keleti országokban a gazdaságot központosították, a magántulajdont felváltotta az állami tulajdon, melyet köztulajdonnak hívtak, melyből a kommunizmus szó származik. Az egyéni kezdeményezés lehetősége szűk és kiváltságos körre szűkült a szabadságjogokkal együtt.

Európa megosztottsága nem újkeletű jelenség. Már a IV. század végén bekövetkezett a Római Birodalom kettészakadásával, melyet a keresztény egyházaknak a XI. században véglegessé vált kettészakadása követett, mely aztán a művészetek, a kultúra és a tudományok, nem utolsósorban pedig a jogalkotás és a társadalom fejlődésében alapvetően eltérő új utakat keresett és talált magának. Ez az elkülönülés átélte az évszázadok viharait. Kár volna a kérdés felett elsiklani, mert a különbség olyan társadalmi, gazdasági és közgondolkodásban mutatkozó eltérésekhez vezetett, melyek a mai napig is élesek, és még egy Egyesült Európa megteremtését követően is akár évszázadokig fennmaradhatnak (Balkán – Kelet-Európa).

Szigorúan a gazdasági eredményekre támaszkodva a volt, szocialistának nevezett országok eredményeit vizsgálva azt látjuk, hogy a 89–90-es rendszerváltást követően azok az országok, illetve egykori országrészek mutatnak kedvezőbb képet, melyek évszázadok óta a polgári társadalom kiépítésében e térségben előbbre jártak, és ahol az ipar, a kereskedelem, az infrastruktúra fejlettebb volt: így tehát Szlovénia (az egykori Ausztria része) és Csehország, (az egykori Monarchia legiparosodottabb országa), míg Lengyelország, Szlovákia, Magyarország és a Balti államok közül Észtország már egy második

---

Elhangzott a HUNGEO '96 a Magyar Földtudományi Szakemberek Világtalálkozójának megnyitó ülésén 1996. augusztus 15-én

csoportot képez, melyhez a továbbiakban – feltehető békés időszak után – Horvátország nőhet fel. Szerbia már bonyolultabb kérdés Koszovó és Crna Gora terheivel a hátán.

A közép- és kelet-európai országok gazdasági háttere

Tisztában kell lenni azzal, hogy a gazdasági adatok számszerű összehasonlítása nem fejezi ki az Európai Uniós tagországok és térségünk fejlettségében mutatkozó különbségeket, a kérdés sokkal összetettebb, de első megközelítésben a számszerűsíthető adatokat kell elfogadni.

A szocializmus évei alatt a nehézipar (ezen belül különösen a bányászat és a kohászat) kiváltságos helyzetben volt, minthogy politikai döntések alapján a legnagyobb állami támogatást élvezte mind a beruházások, mind az ahhoz szükséges import révén. A rendszerváltást megelőző és az azt követő gazdasági összomlás egyetlen szektorban sem volt olyan mértékű, mint az iparban. Egyes ipari termelési ágazatokban a visszaesés (mint pl. a magyar alumíniumiparban) katasztrofális volt, sőt korábban jól működőnek látszó iparágak egyes régiókban meg is szűntek. Ennek következtében pl. a zempléni falvak lakossága három év alatt 18%-kal csökkent.

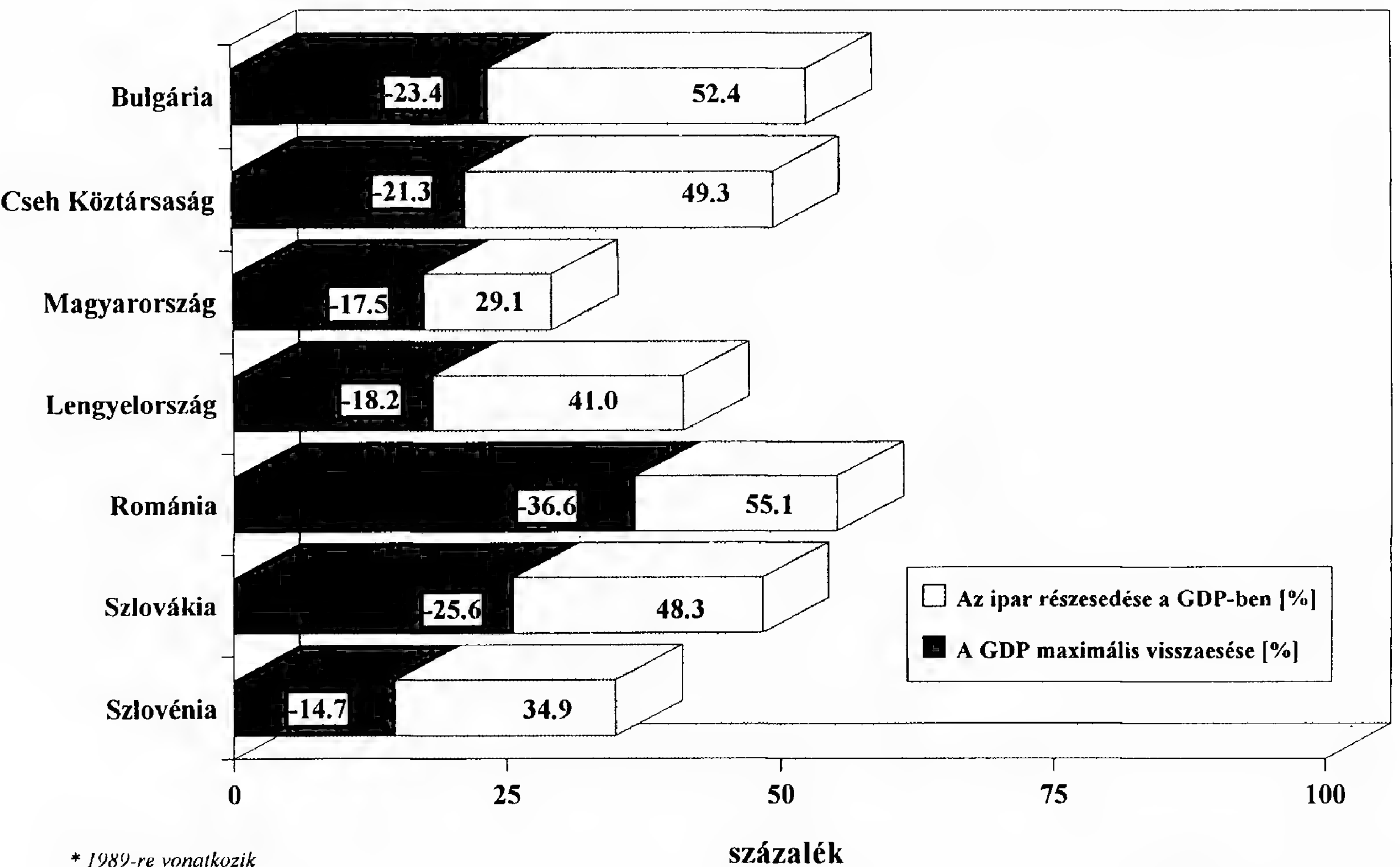
A bruttó hazai termék (GDP) értékét az ipar, a mezőgazdaság, a kereskedelem és a szolgáltatási ágazatok termelte érték adja. Ezek egymáshoz viszonyított aránya jellemző az ország gazdasági viszonyaira. A bruttó nemzeti termék értéke összességében azokban az országokban csökkent a legjobban, ahol az ipari termelés aránya a legnagyobb volt. Lásd az *1. ábrát*. Így pl. Magyarország, ahol az ipar részesedése az összes termelésből csak 29% volt, viszonylag sokkal könnyebben vészelte át a megrázkódtatást, mint Románia, ahol az ipar részesedése 55% volt a GDP-ben. Ez egyébként duplája Angliáénak, ahol az ipar az össz nemzeti termékből csak kb. 27%-ot képvisel. Az iparilag legfejlettebb országokban a bruttó termék legjelentősebb szektorát a szolgáltatások adják).

A közép- és kelet-európai országokban 1995-ben a bruttó nemzeti termék becsült értékét az 1989-es (100%) adatokkal összehasonlítva a 2. *ábra* mutatja be. Látható, hogy egyedül Lengyelországban mutatkozott növekedés, de csak azért, mert az összehasonlítási alap a 89-es érték, ami egyedüli és ott nem a legmagasabb szintet képviselte a korábban megindult visszaesés miatt. A fejlődés egyértelmű, de korántsem olyan biztató, mint ahogy azt a táblázat alapján vélni lehetne.

A 3. *ábra* az egyes országok gazdasági potenciálját mutatja az összes nemzeti termék értékét a vásárlóerő paritáson mért értékekkel. Ebből látható, hogy térségünkben Lengyelország abszolút értelemben is komoly gazdasági tényező. (A vásárlóerő paritáson mért összes nemzeti termék fogalmát azért vezették be a közgazdászok, mert a dollár vásárlóerejének más-más országban eltérő különbségét ezzel akarták kiküszöbölni (a nemzetközi gazdasági összehasonlításban ez az érték, az életkörülményeket is figyelembevéve a valós helyzetet jobban tükrözi).

Az nemzeti termék vásárlóerő értékben számolt dollár alapon a közép- és egyes kelet-európai országokban 1994-ben és az 1995 évi változást a 4. *ábra* mutatja be. Messze megelőzve Magyarországot feltűnően jó eredménnyel dicsekedhet Szlovákia, mely különösen figyelmet érdemel a térségben mutatott legnagyobb növekedési hányadával is. A közgazdászok még az ezredfordulóra sem jósolnak Magyarországnak 6,5%-os növekedést.

A 17 ezer dolláros EU átlagtól – nem beszélve a fejlettebb Németország 20 ezer dollárt meghaladó egy főre jutó nemzeti termék előállításáról – még ugyan a térség országaiban mindenki nagyon messze van, de legalább a visszaesés a 92–93-as években megállt, és a gazdaság növekedésnek indult, bár a 89-es értéket Lengyelország kivételével egyik

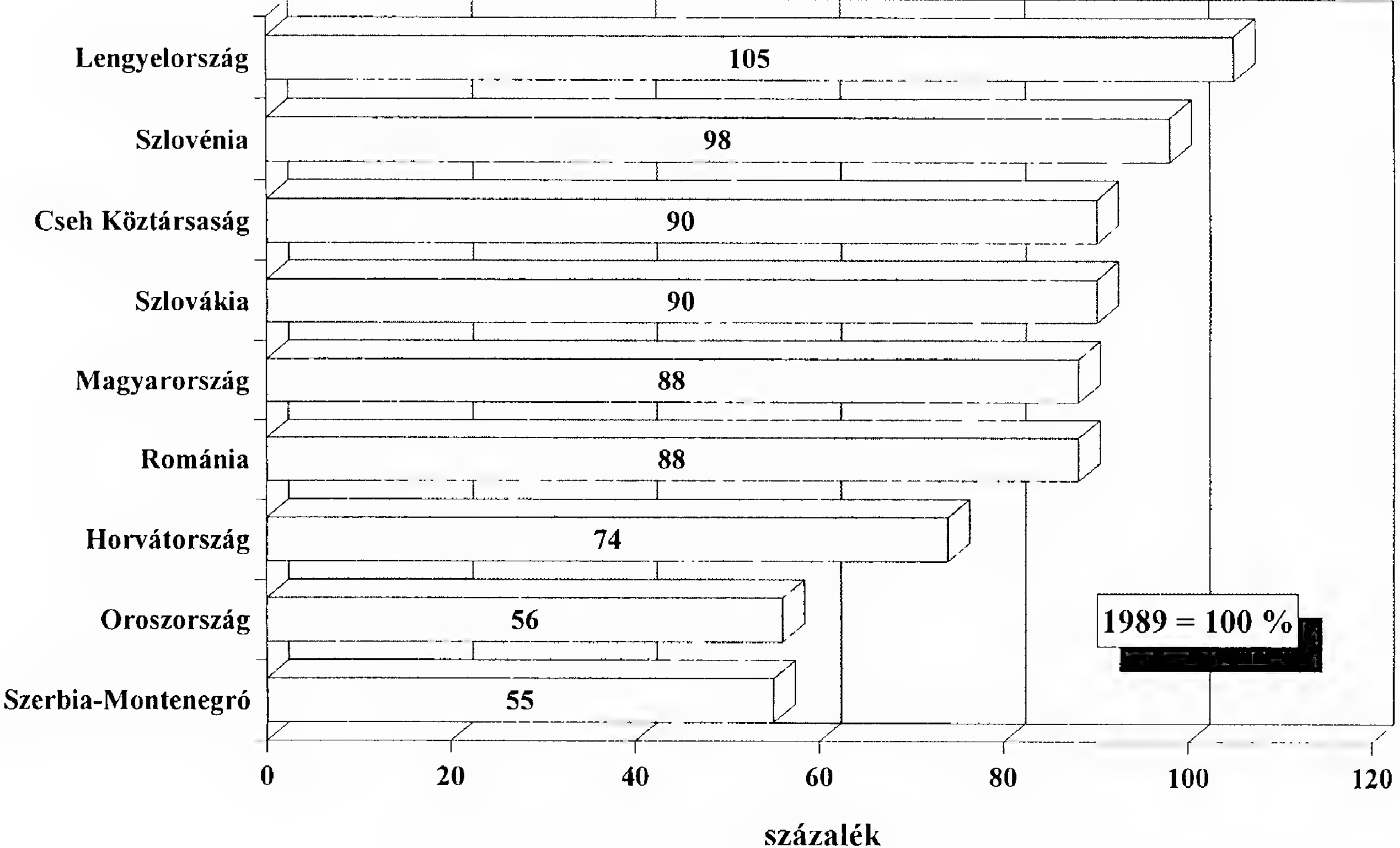


* 1989-re vonatkozik

** 1990 és 1993 között

- Economist Inteligence Unit 1995 -

1. ábra. Az ipar részesedése a GDP-ben* és a DGP maximális visszaesése százalékban**



2. *ábra.* A valós GDP becsült értéke 1995-ben

ország sem érte el. Oroszországban a hanyatlás tovább folytatódik. Az egy főre jutó nemzeti össztermék tekintetében Szlovénia és Csehország elérte a legszegényebb EU országok (Portugália, Görögország) szintjét.

Privatizáció és kereskedelem

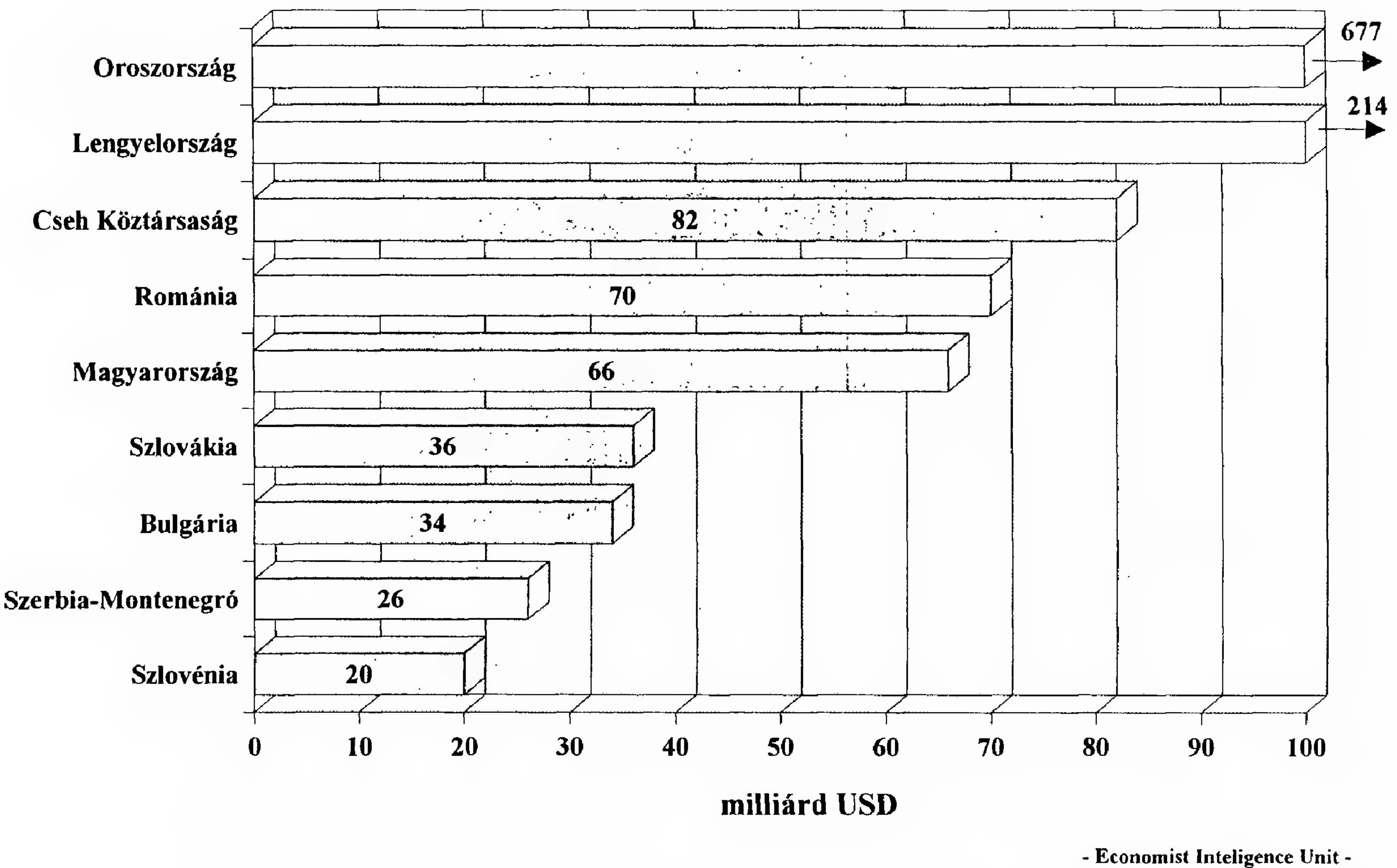
Az abszolút gazdasági adatok mellett a szabad piacgazdaságba történő átalakulás mértékét jól szemlélteti a magánosítás mértéke. E téren legjobb eredményt látszólag a cseh gazdaság érte el, ahol a termelési érték 70%-a származik a magánszférából. Lengyelországban, Szlovákiában és Magyarországon a privát gazdaság csak 60%-ot hozott 1995-ben, de 96-ban már itt is 70% fölé emelkedik ez az érték. Tudni kell azonban, hogy a cseh adat megtévesztő: itt számos korábbi állami vállalat egyszerűen de jure privatizált cégként működik, de facto azonban azok egyetlen tulajdonosa a cseh állam. A privatizáció mértéke meglepően alacsony Szlovéniában 45%, ami csak kissé haladja meg a romániai 40%-os értéket.

Térségünkben a 89–90-es évek válsága a KGST összeomlásával járt. A szabad piacgazdaság kialakításának legfontosabb fegyverténye az új piacok felkutatása, illetve a fejlett országok piacaira való betörés fejlett és versenyképes termékekkel, olymódon, hogy közben elveszítettük az olcsó szovjet és más szocialista energiaforrásokat, melyek korábban számos esetben biztosították a versenyképességet a nyugati piacokon. Ilyen volt például Magyarország esetében a timföldért kompenzáció gyanánt kapott szovjet alumínium blokk. Mindezeken túlmenően a térséget rendkívül hátrányosan érintette a balkáni háború, mely talán Magyarországra, Romániára és Bulgáriára nézve jelentette a legnagyobb veszteséget.

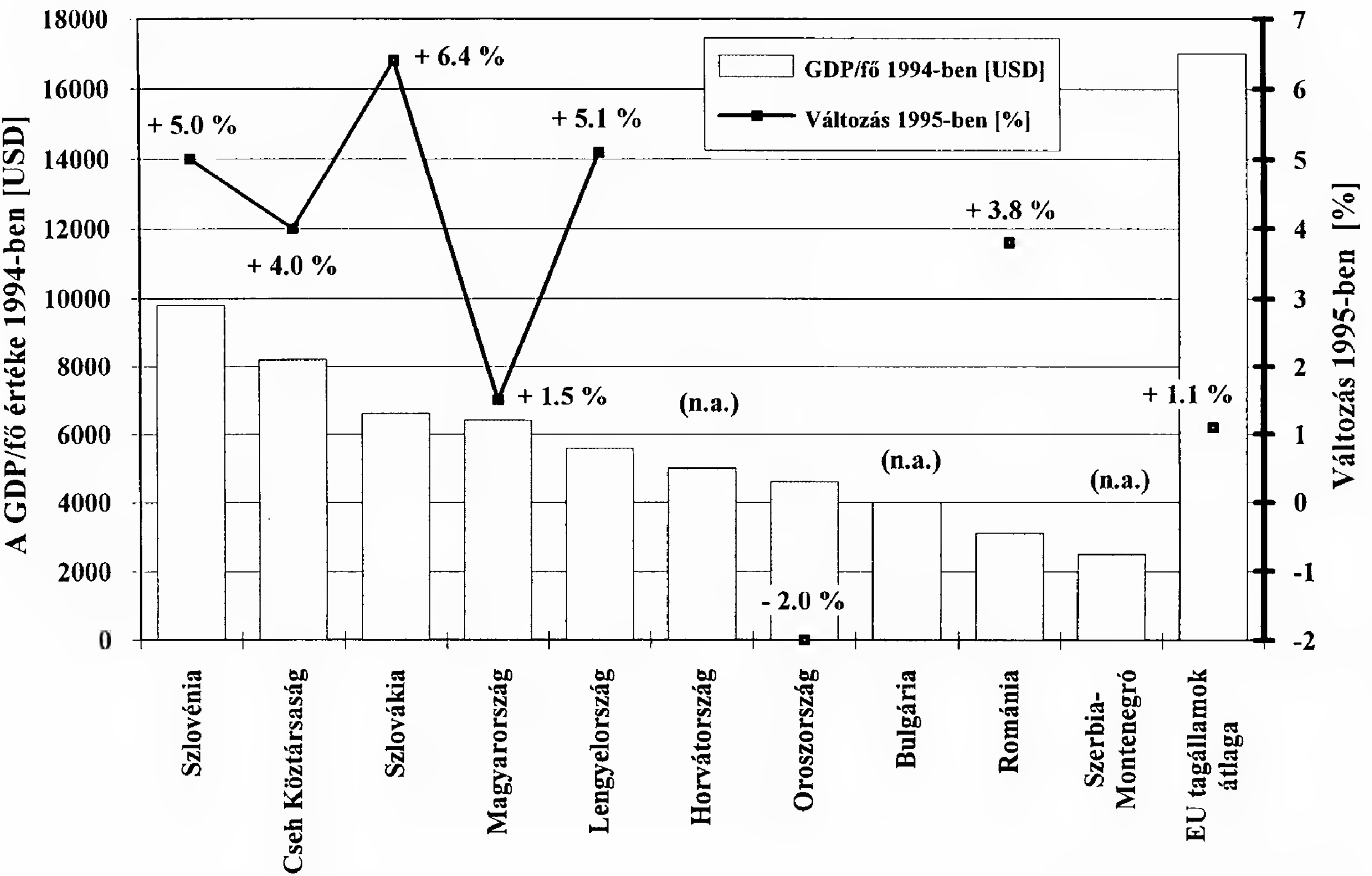
Térségünknek az Európai Unióhoz való csatlakozási törekvéseiben és ennek folyamatában viszonylag jó mérőszám lehet a **külkereskedelem** fő irányának megváltozása. A teljes magyar exportnak már 1993-ban a 47%-a irányult az akkor még Európai Közösségnek nevezett országokba, ami 1995-re már 55%-ra emelkedett. 1996 első felében a fejlett országok felé irányuló áruk már 70%-ot képviseltek a teljes kivitelből. Ez a legnagyobb fegyverténye a magyar átalakulási folyamatnak, melyért nagy árat kellett fizetni: a munkanélküléségi ráta 10% fölé emelkedett, a kultúra, az oktatás, a tudomány, az egészségügy állami támogatása radikálisan csökkent, az ország népessége tragikusan fogy, illetve elöregszik. Mindezeknek ma már látható következményei vannak, és még beláthatatlanok lesznek.

Meg kell említeni még azt is, hogy Magyarország volt a **külföldi befektetések** kedvelt országa 1995 végéig 12,6 milliárd dolláros összbefektetéssel, mely a térségbe áramló külföldi tőkének több mint 50%-át adja. E tekintetben vezető szerepet a következő években feltehetően Lengyelország veszi át. A külföldi tőkebefektetésnek kedvező hatása van a gazdaságra, elsősorban az ipari termékek piacképességének biztosításában. Magyarország kedvezményezett helyzete a következő fő tényezőkre vezethető vissza:

1. A piacgazdaság kialakulása törvényi és intézményes hátterének megteremtésében élen járt, lényegében az már 89 előtt megkezdődött.
2. Politikai stabilitás.
3. Kedvező – a térségben elfoglalt központi – földrajzi helyzet.
4. Viszonylag fejlett infrastruktúra.
5. A rendelkezésre álló szakképzett munkaerő.
6. A közgondolkodásban a nyugat felé való viszonylagos nyitottság.



3. ábra. A GDP értéke vásárlóerő paritáson, Mrd dollárban (1994)



4. ábra. A GDP/fő értéke vásárlóerő paritáson (1994) és annak változása 1995-ben az első évhez viszonyítva

Összefoglalva azt látjuk, hogy a közép-európai országokban a rendszerváltás kezdete a rideg gazdasági adatokat tekintve sikeresnek minősíthető, mely nagy áldozatokkal járt és a társadalom jelentős részének elszegényedését eredményezte. Ugyanez ilyen határozottan egyelőre még nem mondható el a kelet-európai országokra nem is annyira a gazdasági adottságok, sokkal inkább az eurokonform törvényi és intézményi rendszerek kialakulásának vontatottsága, azok kaotikus volta és kiforratlansága miatt.

A tudományos kutatások és a földtani intézmények reformja

A közép- és kelet-európai országokban végbement gazdasági folyamatok sokkolták a társadalmat függetlenül attól, hogy azt sokkterápiának nevezték vagy nem. A kultúra, a tudomány, az oktatás és a közegészség ügyének állami támogatása jelentősen lecsökkent. A tudományos kutatásokra fordított állami támogatás a bruttó nemzeti termék értékének 1%-át sem éri el. Ez nemzetközi összehasonlításban mind relatív, mind abszolút értelemeben igen kis érték. Magyarországon – és nyilván e térség volt szocialista országaiban egyformán – a tudományos kutató tevékenység a következő intézményekben valósult meg:

* Állami tudományos kutató intézetekben (melyeket közvetlenül a szakterületet felügyelő minisztériumok, vagy országos hatáskörű szervek költségvetésből finanszírozták) ilyen pl. a Magyar Állami Földtani Intézet, a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet.
* A Magyar Tudományos Akadémia kutatóintézetei, laboratóriumai, mint pl. a Földrajztudományi Intézet, a Geokémiai Kutató Laboratórium, stb.
* Az egyetemi tanszékek laboratóriumai.
* Az iparvállalatok tudományos kutató intézetei, mint pl. VASKUT (Vasipari Kutató Intézet, FÉMKUT (az Alumíniumipari Kutató Intézet), de ugyanígy megvolt az olajiparnak is a megfelelő kutatóintézeti háttere is.

1991–92 években a földtani kutatások állami feladatait újrafogalmaztuk, mely a 93-ban életbelépett Bányatörvény végrehajtási utasításában megjelent. Ugyanígy törvénybe került az új intézményrendszer szerkezete és finanszírozási formája is. A Központi Földtani Hivatal, mint országos hatáskörű és hatósági jogokkal felruházott szerv megszűnt. Új intézményként létesült a Magyar Geológia Szolgálat, mely magában foglalja a két nagy hagyományokat hordozó kutató intézetet a részben önálló Magyar Állami Földtani Intézetet és a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézetet, melyek adminisztratív működését a Magyar Geológia Szolgálat látja el, míg a szakmai irányítás joga és feladata az intézetek kezében maradt. Nyilvánvaló, hogy az évtizedek során felhalmozott földtani adatok óriási vagyont jelentenek, melyek jelentősége a piacgazdaságban nemhogy csökkent, hanem jelentősen növekedett. Az adattár működését olyan belső rend szabályozza amely biztosítja az egyéni vállalkozók érdekeinek sérthetetlenségét.

A tudományos kutatások, a földtan állami feladatainak ellátására fordított állami támogatás jelentősen beszűkült. 1991-ben még 800 millió Ft-os költségvetési támogatás 1994-re 450 millióra csökkent nominál értéken. Ez reálértéken számolva nem lehet több mint a 91-es állami támogatás 20%-a. Ilyen drasztikus csökkentést egyetlen magyar állami intézménynek sem kellett elszenvednie. Természetes ezek után, hogy az intézményrendszer csak nagy nehézségek árán lehet képes arra (ha egyáltalán képes rá), hogy a törvényben előírt feladatait ellássa, így nemcsak a tudomány módszereinek és műszerezettségének fejlesztésére nem jut elegendő anyagi támogatás, hanem a korábban megtermelt értékek fenntartása is gondot okoz.

Az ipar kutatóintézetei a szénhidrogénipart kivéve gyakorlatilag megszűntek. A akadémiai kutató intézetek állami támogatásának forrásai – a földtani intézményekhez hasonlóan – nagy mértékben elapadtak; a külső megbízások csökkentek. Várható, hogy a közeljövőben az ésszerűbb gazdálkodás szükségessége kikényszeríti a helyileg és tematikájában szétszórt intézetek (laboratóriumok) összevonását.

Lehetőség nyílott arra azonban, hogy különböző hazai és külföldi kutatási programokba a magyar kutatók egyénenként és csoportosan pályázatok útján bekapcsolódhassanak; szabad tere van az ipari kutatásokhoz vagy iparfejlesztésekhez szükséges tudományos ismeretek bővítésének és azok értékesítésének. Tág lehetőség van a külföldi egyetemeken, kutató intézetekben ösztöndíjak elnyerésére, továbbképzésre, vagy az ott folyó munkákba történő aktív részvételre. Ezeket a lehetőségeket a nyugati országok aktívan támogatják, az ügyesebb, a rátermettebb ezeket ki is használja, és intézetük fejlesztéséhez közvetve és közvetlenül is hozzájárulnak.

Nyersanyagkutatások és bányászat

Ami a hazai nyersanyagkutatásokat illeti, alapvető változás akkor állott be, amikor a 80-as évek elejétől az állam fokozatosan kivonult a nyersanyagkutatások finanszírozásából, kezdve a legköltségesebb szénhidrogén kutatásokkal, folytatva a bauxitkutatással. Ezek a vállalatok már a rendszerváltást megelőzően saját nyereségük terhére végezték nyersanyagkutatási tevékenységüket. Az urán kutatása államilag elkülönített külön keretből történt. A 80-as évek végére maradt a kőszénkutatás állami finanszírozásának megszűnése, de az építőipari nyersanyagok kutatására még 1991-ben is volt közvetlen állami támogatás.

Az új, 1993-ban életbelépett bányatörvény biztosította a vállalkozói alapon történő nyersanyagkutatások jogi kereteit, és megalkotta a koncesszióban végezhető nyersanyagkutatás és kitermelés törvényi hátterét. A külföldi vállalkozók elsősorban a szénhidrogén kutatásra és kitermelésre nyertek jogot, miközben természetesen fennmaradt a korábban állami, ma részvénytársasági formában működő MOL Rt. Jelentős külföldi tőkeberuházással az építőipari nyersanyagok kiaknázása elsősorban a nyugati határszél mentén folyik, döntően osztrák érdekeltséggel. A Navan ír cég nem-fémes ipari nyersanyagok kitermelésében érdekelt (perlit, üveghomok, stb). Évek óta folyik sikeres aranykutatás a Mátrában magyar szakirányítás mellett, lényegében ausztrál pénzügyi háttérrel. A legújabban kiírt nemesfém kutatásokra és kitermelésre angol székhelyű vállalatok, illetve magyar leányvállalatai nyertek jogot a Tokaji-hegységben.

Az elmúlt időszakban a kőszén-, a bauxit-, a nemfémes ipari nyersanyagok termelése drasztikusan csökkent (a bauxité pl. 25%-a sincsen az 1989-es termelési volumennek), de idén és jövőre már fellendülés várható. Az urántermelés teljesen megszűnt.

Tudni kell, hogy a szilárd nyersanyag bányászatának visszaszorulása általános európai jelenség, a rendkívül költséges környezetvédelmi követelmények kielégítése, a magas munkabér és nem utolsó sorban a könnyen hozzáférhető telepek kimerülése miatt.

Következtetések

Az európai integráció lényegesen összetettebb kérdés, mint ahogy azt a legjellemzőbb termelékenységi, termelési adatok összehasonlítása alapján gondolni lehet. Az ipari környezetek természeti helyreállítása (melyek helyenként katasztrofális állapotot mutatnak), a pénzügyi reform, a megfelelő bankrendszer kiépítése és a jogharmonizáció már

lényegesen hosszabb időt fog igénybevenni, mint a gazdaság legfontosabb mutatóinak felfuttatása.

Magyarország ebben az évben ünnepli a honfoglalás 1100. évfordulóját, e napokra pedig nagyszabású központi ünnepségeket terveztek. Az elmúlt 1100 évből legalább 1000 év azzal a törekvéssel telt el, hogy Magyarország európai, pontosabban nyugat-európai országgá váljék. Voltak ennek az időszaknak dicsőséges szakaszai, legutoljára talán éppen 100 évvel ezelőtt, amikor a milleneumot ünnepeltük. Időről időre azonban a társadalom és a gazdaság európainak nevezhető fejlődése megszakadt, mi több visszafordult: legutoljára 1949 és 89 között. Ez egy közös történelem ebben a régióban a Balti-tengertől az Adriáig. Ez Közép-Európa.

Amíg a kontinens nyugati felén élők meggyőződéssel hiszik, hogy e téren sikereik csakis maguknak köszönhetők, addig itt ezen a vidéken minden nemzet úgy hiszi, hogy minden sikertelensége mások ellenségeskedéséből és gáncsoskodásából fakad.

A sokak által megálmodott és a sokak által majd igen kemény munkával megvalósuló Egyesült Európába való csatlakozásunknak korántsem a gazdasági hátrány a legnagyobb akadálya. Sokkal inkább egy egészséges nemzeti önbecsülésre épülő európai közgondolkodás hiánya. Míg remény van arra, hogy a közeljövőben a gazdasági eredmények, a jogi és intézményi harmonizáció alapján jogi tagságot nyer e térség, addig azt is látni kell, hogy e térség európainak nevezhető mentalitásának megteremtéséhez, így a társadalmi szintű csatlakozáshoz, talán generációk kellenek.

Ezzel együtt reménykedve kell tekintenünk a jövőbe, reménykedve kell tekintsünk az Egyesült Európára, mert egyszerűen nincs más mód a gazdaság, a társadalom fejlesztésére, sőt nincs más mód nemzeti identitásunk, kultúránk és hagyományaink megőrzésére, mert csakis az európai közgondolkodásnak megfelelő jogi normák képesek ezt biztosítani, de csak akkor, ha a nemzetben erre igény mutatkozik.

Földtani Közlöny 127/1–2, 239–265 (1997) Budapest

TÁRSULATI ÜGYEK

A Magyarhoni Földtani Társulat 1990. január–december havi ülésszakán elhangzott előadások

Budapest

Január 15. Az Ásványtan-Geokémiai Szakosztály előadóülése.

VINCZE János: Új polarizációs kontraszt mikroszkópi technika és ásványkőzettani alkalmazása.
GATTER István – MOLNÁR Ferenc: Beszámoló a X. ECROFI (Európai Fluidzárvány) szimpóziumról (London, 1989. április).

Január 23. A Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály és az Építéstudományi Egyesület Mélyalapozási Szakosztálya ankétja "A Világkiállítás szóbajöhető területeinek mérnökgeológiai, környezetföldtani és alapozási viszonyairól" címmel.

SOMOGYI László kormánybiztos: A világkiállítás.
SZABÓ István: Az értékelt pályázatok mélyépítési vonatkozásai.
SZŰCS István: A Világkiállítás városrendezési szempontjai.
KLEB Béla – PAÁL Tamás: A kiscelli oldal mérnökgeológiája és környezetföldtana.
VITÁLIS György: Az Aquincum–Gázgyár–Hajógyári-sziget mérnökgeológiája és környezetföldtana.
KLEB Béla – PAÁL Tamás: A Gazdag-rét–Hosszú-rét mérnökgeológiája és környezetföldtana.
PAÁL Tamás – TÖRÖK Endre: A kőbányai kiállításterület mérnökgeológiája és környezetföldtana.
HORVÁTH Gábor – SCHAUER Gyula: A Csepel-sziget, Szabadkikötő, Lágymányos, Soroksári úti Duna-part mérnökgeológiája, környezetföldtana.
RÉV Endre – PŐCZ Béla: A Világkiállításra szóbajöhető területek alapozási viszonyai.

Január 30. A Geomatematikai és Számítástechnikai Szakosztály előadóülése.

ELEK István: A főkomponens-elemzés lehetőségei a mélyfúrási geofizikában.
BALÁZS László: Lineáris regresszió mindkét változójában hibát tartalmazó stochasztikus kapcsolat esetén.
MIKOLA András: "WOMAN" térképszerkesztő program.

Január 31. A Budapesti Területi Szervezet és az Általános Földtani Szakosztály közös előadóülése "Az Alpok és a Bakony szerkezeti kapcsolata" címmel. Előadók: HAAS János, KOVÁCS Sándor, KÁZMÉR Miklós.

Február 5. Az Őslénytani Rétegtani Szakosztály beszámoló ülése a XXI. Európai Mikropaleontológiai Kollokviumról (Magyarország, 1989. szeptember 4–13-ig).

Február 20. Központi előadóülés.

KOMLÓSSY György: Dél-Afrika bauxittelepei.
DUNKL István: Fission track kormeghatározási módszer alkalmazási lehetőségeinek meghatározása: különböző hazai képződményeken mért új radiometrikus eredmények. (oligocén tufák, soproni-hegységi gneisz, velencei-hegységi gránit és andezit, eocén fedős bauxitok)

Február 21. Az Általános Földtani Szakosztály előadóülése.

BUDAI Tamás – CSILLAG Gábor – DUDKO Antonyina – KOLOSZÁR László: A Balaton-felvidék mezozóos fejlődéstörténete.
N. LÁSZLÓ Endre: Aranymosás a Kárpát-medencében kicsiben és nagyban.

Február 27. A Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály, a Hidrogeológiai Társaság Hidrogeológiai Szakosztálya, az Építéstudományi Egyesület Mélyalapozási Szakosztálya és a Közlekedéstudományi Egyesület Talajmechanikai Szakosztálya ankétja "A veszélyeshulladékok tárolásának mérnökgeológiai, hidrogeológiai és környezetföldtani problémái" címmel.

REINIGER Róbert (KVM): A veszélyeshulladék-gazdálkodás hazánkban.
JÓZSA Gábor – RAINCSÁK György (MÁFI): A magyarországi veszélyeshulladék lerakó hálózat fejlesztésének földtani megalapozása.
JUHÁSZ József (NME): Az ófalui kutatás eredménye.
ASBÓTH János – KOMLÓS Csaba (MÉLYÉPTERV): Az Aszódi Veszélyeshulladék-lerakó tervezése és kivitelezése.
HORVÁTH Zsolt (FTV): Hulladéklerakók alatti rétegek szivárgási tényezőjének változása csurgalékvíz hatására.
SZABÓ Imre (NME) – NÉMETH Csaba (KEVITERV): Hulladékelhelyezési tapasztalatok Észak-magyarországon.

Március 5. Az Őslénytani Rétegtani Szakosztály "Paleobotanikai Ankét" -ja.

KEDVES Miklós: Beszámoló az MTA Paleobotanikai és Palinológiai Albizottságának tevékenységéről.
BÓKÁNÉ BARBACKA Mária: A vasasi liász flóra.
HABLY Lilla: Flóra- és klímaváltozások a magyarországi oligocénben és alsó-miocénben.
RÁKOSI László: Paleokarpológiai vizsgálatok a magyarországi krétából és harmadidőszakból.
RÁKOSI László: Újabb Charophyta leletek Magyarországról.
SÜTŐNÉ SZENTAI Mária: Szervesvázú mikroplankton zónák Magyarország pannóniai rétegösszletében.
SIEGLNÉ FARKAS Ágnes: Gossau-típusú medencék üledékeinek palinosztratigráfiai eredményei (Ausztria, Magyarország és Szlovénia területéről).

Március 13. Az Általános Földtani Szakosztály előadóülése.

RYBACH László (ETH Zürich): A Svájci Alpok szerkezete és geodinamikája új mérési eredmények tükrében.

Március 14. Közgyűlés

Március 15. Országos Geológustechnikus Találkozó

Március 21. Az Általános Földtani Szakosztály előadóülése.

Pentelényi László – Jakus Péter – Andó József – Kozák Miklós – Gyalog László – Scharek Péter. Beszámoló a MÁFI Holugin környéki (Kelet-Kuba) földtani térképező expedíciójának eredményeiről.

Március 26. A Tudománytörténei Szakosztály előadóülése

CSÍKY Gábor: MÜLLER Ferenc József és a tellur felfedezése.
NAGY Béla: Erdély tellur ásványainak jelentősége.

Március 28. A Budapesti Területi Szervezet előadóülése

Horváth Ferenc – Balla Zoltán – Pogácsás György: Miocén tektonika.

Április 2. Az Agyagásványtani Szakosztály és az MTA Kémiai Tudományok Osztálya Kolloidkémiai Munkabizottsága emlékülése "In Memoriam SZÁNTÓ Ferenc" címmel

ROHRSETZER Sándor (ELTE): SZÁNTÓ Ferenc a fiatal kutató.
DÉKÁNY Imre (JATE): SZÁNTÓ Ferenc munkássága.
JUHÁSZ Zoltán (VVE): Bentonitok vízgőz adszorpciós tulajdonságainak változása a mechanikai aktiválással.
MAROSI Tibor (JATE): Adszorpció hidrofil/hidrofob vermikulitokon.
LAKATOS Ágnes (BME): Tömény szuszpenziók stabilitása.
VÁRKONYI Bernát (JATE): Agyagásványok duzzadása és ülepedése különböző folyadékokban.

Április 9. Az Őslénytani Rétegtani Szakosztály előadóülése.

KÓKAY József – HÁMOR Tamás – LANTOS Miklós – MÜLLER Pál: A Berhida-3. számú alapszelvény fúrás.

Április 9. Az Ásványtan-Geokémiai Szakosztály vitaülése "IGCP 254. projekt "Metalliferous black Shale" (fémhordozó fekete palák)" címmel.

VETŐ István: A kén geokémiája, a Tardi agyagban és a Kárpátok anoxikus oligocénjében.
HÁMOR Tamás: Az anoxia kialakulásának geokémiai és üledékföldtani ismérvei pannóniai (s.l.) képződményeken.
POLGÁRI Márta: A Mn geokémiája anoxikus környezetben és a diagenezis során az úrkuti karbonátos Mn érc példáján.
ÁRKAI Péter – KOVÁCS Sándor – NAGY Géza – POLGÁRI Márta: Előzetes beszámoló a Felsővadász-1. sz. mélyfúrás vizsgálati eredményeiről.
Rövid beszámolók nemzetközi konferenciákról:
POLGÁRI Márta: IAS, ISOSRMO konferencia, feketepala szekció, 1988. augusztus, Peking.
VETŐ István: Recens és fossilis anoxia a self területeken, 1989. május, London.
HÁMOR Tamás – POLGÁRI Márta: IGC feketepala szekció, 1989. július, Washington.

Április 11. Az Általános Földtani Szakosztály terepbejárása a Rákosi vasúti bevágás bejárása, bemutatása céljából. Kirándulásvezetők: KÓKAY József, MÜLLER Pál.

Április 18. A Budapesti Területi Szervezet előadóülése.

BÁLDI Tamás – KÁZMÉR Miklós – FODOR László – MAGYARI Árpád: A budai-vonal problematikája.

Április 22. A Föld Napja.

Április 23. Az Agyagásványtani Szakosztály előadóülése.

VICZIÁN István: Mg dús agyagásványok mecseki középső-triász evaporitokban.
BIHARI Dániel: Új kaolin és bentonit indikációk (bejelentés).

Április 23. A Tudománytörténeti Szakosztály előadóülése.

SZÉKYNÉ FUX Vilma: Emlékezés Vendl Máriára születése 100. évfordulóján.
BIDLÓ Gábor: Timkó Imre emlékezete.

Április 24. Első Előadói Ankét

DULAI Alfréd: A Lókuti-domb alsó-liász Brachiopoda faunája.
DOSZTÁLY Lajos: A Balaton-felvidék triász korú radioláriái.
BUJTOR László: Magyarország nagyszerkezeti egységeinek felső-albai biogeográfiája ammonoideák alapján.
LÁSZLÓ József: Visonta és Bükkábrány összehasonlító paleobotanikai vizsgálata makroflóra alapján.
SZILÁGYI Imre: Földtani térképezést segítő geoelektromos mérések a Balatonfelvidéken.
KOZMA Tibor: Dunántúli neogén korú szénhidrogén rezervoárok szeizmikus és elektrofácies analízise.
PORJESZ Róbert: Perovszit szerkezetek elektronmikroszkópos vizsgálata.
FEHÉR Tamás: A granitoidok genetikai besorolásának problémái egy kelet-mongóliai granitoid példáján.
VATAI József: Talajvízföldtani vizsgálatok a Sajó-völgyben.
MÜLLER Tamás: Agrogeológiai célú vizsgálatok a Martonvásári Állami Gazdaság területén.
MAGYARI Árpád: Késő-eocén üledékképződés és tektonika kapcsolata az Odvashegyen.
ROSTA Éva – BEKOVICS László: Sopron Pozsonyi úti homokbánya szedimentológiai és tektonikai vizsgálata.
GERNER Péter: Vetületek számítógépes algoritmusai és ezek alkalmazása a szerkezetföldtanban.

Május 7. Az Őslénytani Rétegtani Szakosztály Bükki rétegtani ankétja terepbejárással.

PELIKÁN Pál – CSONTOSNÉ KISS Katalin: Triász határszelvények a Bükk hegységben.

CSONTOS László – BÉRCZINÉ MAKK Anikó – DOSZTÁLY Lajos – PELIKÁN Pál: Újabb rétegtani eredmények a bükki mezozoikumból.

BÁLDI Tamás – SZTANÓ Orsolya – FODOR László – TARI Gábor – LEÉL-ŐSSY Szabolcs – BÁLDINÉ BEKE Mária – VARGA Péter – HABLY Lilla – NAGYMAROSI András – CSILLAG János – NAGYNÉ GELLAI Ágnes – PELIKÁN Pál – RADÓCZ Gyula: Újabb adatok a bükki és Bükk környéki tercierhez.

BOHNNÉ HAVAS Margit: A Borsodi-medence miocén makrofauna vizsgálatok újabb eredményei.

Május 11–12. A Bükki Ankéthoz kapcsolódó terepbejárás.

Május 16. Az Általános Földtani Szakosztály előadóülése.

DUDKO Antonyina – BALLA Zoltán: Gyűrt paleogén rétegek a Gellérthegyen.

Május 17–18. III. Geomatematikai Ankét a Geomatematikai és Számítástechnikai Szakosztály, a Magyar Szénhidrogénipari Kutató Fejlesztő Intézet és a Szegedi Akadémiai Bizottság Földtudományi Szakbizottsága közreműködésével Szegeden.

Május 17. Plenáris előadások.

BÁRDOSSY György: A geomatematika növekvő szerepe a földtudományokban és az ásványi nyersanyagkutatásban.

SOMFAI Attila – ifj. SOMFAI Attila: Szimulációs eljárás a másodlagos szénhidrogénvándorlás modellezésére.

PÁLYI András: A hazai szénhidrogén-prognózis kidolgozásánál – a reménybeli készletek meghatározására – alkalmazott eljárások.

A. szekció:

JEGES Anikó – SZEREDI István: A végeselemes modellezés lehetőségei a műszaki feladatok megoldásában.

GERNER Péter: Szerkezetföldtanban használt vetületek szerkesztése C-64-en.

DRÓTOS László: LITO – egy földtani rétegsor rajzoló program.

BENKŐ Attila – KISS Bertalan – KORMOS László – TÓTH József: A számítógépes mélyfúrási geofizikai szelvény-értelmezés fejlődése a Kőolajkutató Vállalatnál.

MIKOLA András: Számítógépes programfejlesztés a Kőolajkutató Vállalatnál.

MARSI István – TULLNER Tibor – TURCZI Gábor: A kisalföldi földtani térképek nyomdai előkészítése, szerkesztése személyi számítógépen.

SÍKHEGYI Ferenc – TURCZI Gábor: Földtani térképek digitális előkészítése.

NAGY Géza: A nemzetközi és a magyar magmás adatbázis.

B. szekció:

BÁRDOSSY György – FODOR Béla: Új módszerek a bányászati beruházások kockázatszámítására. Esettanulmány.

SZABÓ Tibor: Lignit geostatisztika.

FÜST Antal: A homorú félvariogram rejtélye.

HARGITAI Róbert: A márkushegyi terület geostatisztikai vizsgálata.

KOVÁCS József – LESTÁK Ferenc: Geomatematika és környezetvédelem.

MADAI László – SZABÓ Tibor – SZOKOLAI György: Geostatisztikai számítások és tapasztalatok a Mátraaljai Szénbányáknál.

Május 18.

A. szekció

KISS Bertalan: A számítógépes szelvényértelmezés aktuális problémái.

GEIGER János – KELEMEN József – LELKES Péter – SOÓS Péter: A Magyar Szénhidrogénipari Kutató-Fejlesztő Intézet Bányászati Adatbázisa.

C. szekció

KOVÁCS András – GERSE József – KÉSMÁRKY István: Komplex geológiai-geofizikai értelmezést elősegítő programcsomag.

VAKARCS Gábor – VÁRNAI Péter: Karotázs transzformáló programcsomag alkalmazása a geológiai értelmezésben.

KISS Balázs: Üledékes kőzetek pórusszerkezetének numerikus vizsgálata.
KOVÁCS Lajos – VETŐ István – HORVÁTH István – ÓDOR László: Metángeneráció és migráció modellezése szervesanyagban szegény molassz medencékben.
GEIGER János: Egy pannoniai turbidit rezervoár geomatematikai feldolgozása.
SZÖŐR Gyula: Quarter és neogén üledékes képződmények geokémiai vizsgálata, az adatok számítógépes feldolgozása.
D. szekció
PÁRKÁNYI Lászlóné: D-base adatbáziskezelő lehetőségei a földrajzban.
SZALAY László: Termőhelyminősítési modell.
SÁRKÖZY András: Ombrograf szalagok számítógépes értékelése.
MEZŐSI Gábor – BALOGH Imre: Talajerózió becslése az EPIC modellel.
MEZŐSI Gábor – BALOGH Imre: Mátrixos eljárás a csuszamlás érzékenység becslésére.
KERTÉSZ Á. - MÁRKUS B.: A micro GIS programrendszer és földrajzi alkalmazásai.
BORDA Rozália – FEHÉR József – GEIGER János: A Duna–Tisza közi futóhomokok üledékes genetikai rendszerének morfológiai alapjai és néhány következménye.
SZUNYOGH Gábor: Hévizes eredetű gömbfülkék kialakulásának matematikai modellezése.

Május 17–18. II. Földtani Természetvédelmi Nap a Kemenes-aljai Napok keretében. Társrendezők: Környezetvédelmi Minisztérium Barlangtani Osztály, Celldömölki Városi Tanács.

Május 17. terepbejárás.

Tihanyi Tájvédelmi Körzet Lóczy Lajos tanösvény (KOPEK Annamária)
Káli Medencei Tájvédelmi Körzet kőtengerei (KOPEK Annamária – BIHARI György – TARDY János)
Tapolcai Kórház Barlang, Tavas-barlang (HORVÁTH Tibor – TARDY János)

Május 18.

KASSAI Miklós: A tervszerű környezetgazdálkodás (környezetfejlesztés és védelem) földtani megalapozása konkrét példákon.
OLÁH István (OÉÁ Dunántúli Művei, Pilisvörösvár): Természetvédelem és bányászat a termelés szemszögéből.
KORDOS László: Földtani természetvédelem és a "Global Changes" program.
TARDY János: A földtani természetvédelem néhány aktuális kérdése: a budapesti termálkarszt védelme és a Phare-Program: a földtani természetvédelem információs rendszere.
Terepbejárás:
A Ság-hegyi földtani tanösvény (ORAVECZ János)
A rendezvényhez kapcsolódóan megnyílt Kecskeméten a Planetáriumban "Szemelvények Magyarország földtörténetéből" c. állandó kiállítás.

Május 22. Központi előadóülés.

Reinhard F. SACHESENHOFER (Montan Universität, Leoben): Inkohlung, Geothermie und Geologie Österreichischer Kohlenlangerstätten"
PIROS Olga – GYURICZA György: A Baradla-barlang és környéke földtani viszonyai.
TÖRŐCSIK István: A barlangklíma hatása az emberi szervezetre.
SZILÁGYI Ferenc: A Baradla-barlang hidrológiai viszonyai az újabb kutatások tükrében.
VÉGH Zsolt: Klímaelemek vizsgálata a Baradla-barlangban.

Május 27– június 1-ig. A Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály terepbejárása a Horváth Köztársaságban. Közreműködő szervek: IAEG Magyar Nemzeti Bizottsága és a Zágrábi Földtani Inztézet. Túravezető: VITÁLIS György

Május 28–30. Az Ifjúsági Bizottság szervezésében Dr. Fred READ amerikai professzor rövid kurzusa az alábbi témakörökkel:

karbonátplatform fejlődés, karbonátdiagenezis, üledékes ciklusok, a ciklicitás okai, a karbonátszedimentológia alkalmazása, esettanulmányok.

Május 30. A Budapesti Területi Szervezet előadóülése.

SÍKHEGYI Ferenc – ZELENKA Tibor – CSILLAG Gábor: Földtani távérzékelés a szerkezetkutatásban.

Június 4. Az Őslénytani Rétegtani Szakosztály Balaton-felvidéki triász rétegtani ankétja

HAAS János – KOLOSZÁR László – BUDAI Tamás – CSILLAG Gábor: A balaton-felvidéki triász rétegtani tagolása és fejlődéstörténete (helyzetkép és probléma felvetés).
DOSZTÁLY Lajos: Triász radiolaria zonáció a Balaton-felvidéken.
KOVÁCS Sándor: A balaton-felvidéki középső- és felső-triász conodonta biosztratigráfiája.
VÖRÖS Attila: A balaton-felvidéki középsőtirász ammonitesz biosztratigráfia néhány újabb eredménye.
SZABÓ Imre – VÖRÖS Attila: Az anizusi/ladini határ helyzete a klasszikus felsőörsi szelvényben.
GÓCZÁN Ferenc – ORAVECZNÉ SCHEFFER Anna: A balaton-felvidéki karni képződmények új mikrobiosztratigráfiai eredményei.
SZABÓ Imre: Saurius csigolya maradványok a alsó-ladini rétegekből (bejelentés).
MONOSTORI Miklós: Óriási Ostracoda a balaton-felvidéki triászból (bejelentés).

Június 6. A Budapesti Területi Szervezet előadóülése.

TÖRÖK Ákos: Katodlumineszcens visszavert elektronsugaras és pásztázó elektronmikroszkóp alkalmazása diagenezis vizsgálatokban (villányi-hegységi példák alapján).

Június 7. A Budapesti Területi Szervezet, a Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály és az Országos Műemléki Felügyelőség, valamint a Mátyás Király Múzeum (Visegrád), közös előadóülése "A mérnökgeológia a műemléki, régészeti kőanyagok kutatásában" címmel Visegrádon.

KERTÉSZ Pál: Bevezető.
KLEB Béla: Eger vidékének kőkultúrája.
LŐVEI Pál: A gerecsei tömött vörös mészkő a középkori magyarországi művészetben.
MAREK István: A Lapidárium Hungaricum kőelemei kőzettani meghatározásának eddigi tapasztalatai.
BÍRÓ Katalin: Őskori kőeszközök származási helymeghatározás-vizsgálata.
BALOGH Anna: A műemléki jelentőségű Buda környéki márga kőzettani jellege.
Romterület bejárás

Szeptember 10. Az Ásványtan-Geokémiai Szakosztály előadóülése.

MOLNÁR Ferenc – GATTER István: Magyarországi barit kristályok összehasonlító ásványtani genetikai vizsgálata.

Szeptember 17. A Tudománytörténeti Szakosztály előadóülése.

A 75 éves CSÍKY Gábor köszöntése.
HABLY Lilla: KOVÁCS Gyula paleobotanikus akadémikus életműve.
CSÍKY Gábor: A 100 éves Eötvös inga és gyakorlati alkalmazása.

Szeptember 19. Az Általános Földtani Szakosztály előadóülése.

TÖRÖK Ákos – RÁLISCHNÉ FELGENHAUER Erzsébet – NAGY Elemér: Beszámoló a lengyelországi Muschelkalk konferenciáról.
VERMES János: Kavicsok koptatottság eloszlásának vizsgálata.

Szeptember 20–22. Mecseki Vándorgyűlés – Pécs

Szeptember 20.
A Társulat Elnökének megnyitója (HÁMOR Géza).
KASSAI Miklós: A Mecsek hegység és környékének földtani térképei.
I. Szekció: Veszélyeshulladék lerakóhelyek földtani követelményrendszere és a bányászattal kapcsolatos földtani környezetvédelmi feladatok.
CHIKÁN Géza – CHIKÁN Gézáné – KÓKAY András: Az Ófalu-4. sz. fúrás földtani adatai (összefoglalás).

KONRÁD Gyula – KASSAI Miklós: Az ófalui tervezett izotóphulladék-lerakó földtani adati.

WÉBER Béla: A bodai aleurolit fedőszintvonalas térképe a Ny-Mecsekben.

MAJOROS György: Egy biztonságos mélységi hulladéktároló építésének terve a Ny-Mecsekben.

KOCH László: A mecseki uránércbányászat hidrogeológiai-környezetföldtani jellemzése.

II. Szekció: A Mecsek hegység és környezetének pannon-pleisztocén szerkezet alakulása.

CHIKÁN Géza – KÓKAI András: A fiatal szerkezetalakulás vizsgálata a kristályos alaphegység, illetve Paks környékén.

KOCH László: Pannon és pannon utáni szerkezeti mozgások a Ny-Mecsekben geomorfológiai vizsgálatok alapján.

KASSAI Miklós: A tervszerű környezetgazdálkodás földtani megalapozásának vezérvonala.

III. Szekció: A Mecsek hegység és környezetének aktuális földtani kutatási eredményei és problémái.

CHIKÁN Géza: A Belső-Somogy és a Baranyai-háromszög komplex földtani kutatási programja.

CSÁSZÁR Géza: Pikkelyes vagy takarós felépítésű-e a Villányi-hegység?

CSÁSZÁR Géza – BUJTOR László: Atoll roncsok a mecseki alsó-krétában.

Szeptember 21. Terepbejárás – vezetők: KASSAI Miklós, KOCH László, MAJOROS György.

Szeptember 22.

BARABÁSNÉ STUHL Ágnes – FAZEKAS Via – JÁNOSI Melinda – KISS János: Hidrotermális ércesedék nyomai a Diósviszló-3. sz. fúrásban.

BARABÁS András: Az ISL - uránérctelepek kutatásának eredményei a Mórágyi-hegység délkeleti előterében.

ÁRVÁNÉ SOÓS Erzsébet – MÁTÉ Zoltán: Mecseki neogén vulkáni tufák ásványkőzettani vizsgálata és a K-Ar radiometrikus kormeghatározása.

BARABÁS András – CSICSÁK József – MÁTÉ Zoltán: Újabb adatok a Ny mecseki miocén ismeretéhez.

DUNKL István: A keleti Mecsek hőtörténete, kiemelkedése a fission track adatok tükrében.

Az előadások után kötetlen beszélgetés Társulatunkról és szakmánk helyzetéről.

Szeptember 25. A Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály előadóülése

KOVÁCS Gábor – LÉVAI Tibor – IVASKÓ Lajos – FÖLDI József: Árvízvédelmi gátak mérnökgeofizikai vizsgálata.

Október 2. Központi előadóülés.

dr. Prof. Peter SONNENFELD (University of Windsor, Canada): Genesis of marine evaporites.

Október 8. Az Ásványtan-Geokémiai Szakosztály előadóülése.

KISS János (ELTE) – BÁNÓCZY Jolán (SOTE) – BALLA Márta (BME): Fogszövet apatitjának "in vitro" átkristályosítása lantanoidákkal.

JÁNOSI Melinda – PAPP Gábor – TÖRÖK Kálmán – WEISZBURG Tamás: Beszámoló a XV. IMA kongresszusról – Peking.

Október 8. Az Őslénytani Rétegtani Szakosztály előadóülése.

MAKÁDI Mariann – KOVÁCS Béla: A Balatonfűzfő környéki felső-pannóniai feltárások őskörnyezet-rekonstrukciói.

MAKÁDI Mariann: A Balatonfűzfői felső-pannóniai kis-Melanopsisok biometriai vizsgálata.

Október 14. Tudománytörténeti Szakosztály. Emlékülés BÖCK János születésének 150. évfordulója alkalmából.

HÁMOR Géza: BÖCK János a magyar földtanban.

VITÁLIS György: BÖCK János munkássága szakirodalmi műveinek tükrében.

CSÍKY Gábor: Böck János szerepe és jelentősége a hazai kőolajkutatásban.

Böck Emlékkiállítás – rendezte HÁLA József

Október 17. Az Általános Földtani Szakosztály előadóülése

HAHN György – TÓZSA István: Geoinformációs rendszer és távérzékelés.
FÜGEDI P. Ubul – NÁDOR Annmária – SÁSDI László: A recski mélyszintek mészkőkiválásai.

November 5. Az Őslénytani Rétegtani Szakosztály Paleobotanikai Ankétja.

KEDVES Miklós: Szerves növényi mikrofossziliák biopolymer organizációja.
SIEGLNÉ FARKAS Ágnes: Magyarországi felső-kréta képződmények palynosztratigráfiája.
RÁKOSI László: A dunántúli-középhegységi eocén barnakőszén medencéinek összehasonlító palynológiai vizsgálata.
HABLY Lilla: A Tardi Agyag Formáció új florisztikai eredményei epidermisz vizsgálat alapján.
HAJÓS Márta: A Borsodi barnakőszén-medence ottnangi képződményeinek diatomái.
NAGY Lászlóné: Magyarország neogén klímaváltozásai palynológiai alapon.
JÁRAINÉ KOMLÓDI Magda: A magyar flóra- és növénytakaró pleisztocénvégi történetéről.
BODOR Elvira: A Balaton és a Hévizí-tó fejlődéstörténetének összehasonlítása palynológiai vizsgálatokban.

November 12. Az Ásványtan-Geokémiai Szakosztály előadóülése.

SZAKÁLL Sándor: Pszeudobrookit és heulandit a Mátrából.
DOBOSI Gábor – KURÁT G. (Wien): Az ausztriai alkáli bazaltok genetikája a kőzetalkotó ásványaik összetétele alapján.

November 19. A Tudománytörténeti Szakosztály előadóülése.

PÓKA Teréz: Helmuth HÖLDER "Kurze Geschichte der Geologie und paleontologie" (1989) című művének ismertetése.
CSATH Béla: Megemlékezés ZSIGMONDY Vilmos: "Bányatan" c. művéről megjelenése 125. évfordulóján.
DOBOS Irma: A Mazalán-féle reométer hazai alkalmazása.

November 21. Az Általános Földtani Szakosztály előadóülése

BALOGH Kálmán: Az első magyar "szedimentológia" helyzete, irányelvei és jövője.
KÓKAY József: A pusztamiskei földtani kutatások szakmai eredményei.
NAGY Elemér: Az Ibériai-félsziget triásza.

November 27. A Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály és a Közlekedéstudományi Egyesület Talajmechanikai Szakosztálya közös ankétja "A műszaki földtan szerepe különleges (alapozási) körülmények között" címmel.

KASZAB Imre: Földtani "anomáliák" Szeged felszínközeli fiatal üledékes kőzeteiben.
BÓLYA János: A Szegedi Klinika alapozási kérdései.
SZABÓ Imre: Mérnökgeológiai tapasztalatok a miskolci Avason (lassú mozgások).
SZLABÓCZKY Pál: A szeszélyes hidrogeológiai kép mélyépítési következményei miskolci domb területeken (Avas, Bodó-tető).

December 3. Az Őslénytani Rétegtani Szakosztály előadóülése.

JÁNOSSY Dénes: Felső-miocén madárfauna a polgárdi kőfejtők karsztüregeiből.
FŐZY István: Geológiai kirándulás Erdélyben.

December 5. Az OTKA-I. pályázat eredményei a Magyar Állami Földtani Intézetben.

HÁMOR Géza – HALMAI János: A magyarországi fiatal harmadidőszaki medencék fejlődéstörténete Közép- és Kelet-Erurópa neogén ősföldrajzának tükrében.
HAAS János: Magyarország 500 000-es tektonikai térképének bemutatása.
GÓCZÁN Ferenc – PLANDEROVA, E: A magyarországi tengeri – és a szlovákiai édes-

vízi, tavi felső-perm palynozonációja és korrelációja.

BROGLIO LORIGA, C. – GÓCZÁN Ferenc – LENNER Katalin – ORAVECZNÉ SCHEFFER Anna – POSENTO, R. – SZABÓ Imre: A Dolomitok (D-Alpok, Olaszország) és Dunántúli-középhegység alsó-triász rétegsorainak biosztratigráfiai korrelációja.

KOLOSZÁR László: Lombard (Ny-Tirol, Olaszország) és Balaton-felvidéki alsó-triász szelvények litosztratigráfiai összehasonlítása.

BUDAI Tamás: Balaton-felvidéki és Dél-Alpi középső-triász szelvények litosztratigráfiai kapcsolata.

BUDAI Tamás – VÖRÖS Attila: Középső-triász fejlődéstörténet és tágulásos tektonika a Balaton-felvidéken.

BÉRCZINÉ MAKK Anikó – HAAS János – RÁLISCHNÉ FELGENHAUER Erzsébet – ORAVECZNÉ SCHEFFER Anna: A közép-dunántúli egység felső-paleozóos–mezozóos képződményei és kapcsolataik.

BODROGI Ilona – LOBITZER, H. – FILÁCZ Edit – SUREINIAN, R.: Az Északi-Mészkő Alpok pelágikus alsó-kréta képződményeinek foraminifera – sztratigráfiája és a Berzsekhegyi Márga Formáció mikrofauna vizsgálatainak eredményei.

CSÁSZÁR Géza: Urgon fáciesű képződmények Magyarországon és ezek viszonya a környezet hasonló képződményeihez.

MÁRTONNÉ SZALAY Emőke: Mecseki és villányi-hegységi mezozóos alapszelvények paleomágnessége.

SZENTGYÖRGYI Károly: A Tisza egység szenon alapszelvényei és a felső-kréta képződmények faciális kapcsolata az Erdélyi-középhegység, illetve a Kárpátaljai-süllyedék felé.

PÉRÓ Csaba – RÁLISCHNÉ FELGENHAUER Erzsébet – VÖRÖS Attila – TÖRÖK Ákos – KOVÁCS Sándor – BÉRCZINÉ MAKK Anikó – RODEA, S. – MANTEA, G. – BLEAHU, C.: A villányi-öv és az Erdélyi-középhegység mezozóos rétegsorainak összehasonlítása.

TÖRÖK Ákos: A mecseki és lengyelországi Muschelkalk (középző-triász) karbonátos rámpa üledékképződése.

December 10. Az Agyagásványtani Szakosztály előadóülése és műszerbemutató.

FÖLDVÁRI Mária – ROZS Magdolna: Számítógépes program agyagásványok egymás melletti mennyiségi meghatározására, termoanalítikai módszer esetén.

FÖLDVÁRI Mária: Derivatograph-c. készülék adta új lehetőségek az ásványok vizsgálatában (műszerbemutató).

December 11. A Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály évzáró ülése.

KLEB Béla – KERTÉSZ Pál – CSERNY Tibor: Beszámoló az IAEG VI. Nemzetközi Kongresszusáról, 1990. augusztus, Amszterdam.

VITÁLIS György – CSERNY Tibor: Beszámoló a horvátországi terepbejárásról.

December 12. Alapszabálymódosító rendkívüli Közgyűlés

December 12. A Tudománytörténeti Szakosztály évzáró ülése és vezetőségválasztás.

CSÍKY Gábor: Beszámoló az elmúl öt évi tevékenységről.

KASZAP András: Képek a közelmúlt hazai szakmatörténetéből

Magyarhoni Földtani Társulat területi szervezeteinek 1990. január-december havi ülésszakán elhangzott előadások

Alföldi Területi Szervezet

Január 23. Előadóülés Szolnokon.

PÉCSKAY Zoltán – SZÉKYÉ FUX Vilma: Újabb adatok az Alföld földtani és radiogeokronológiai ismeretében.

PAP Sándor: Kanadai tanulmányúti beszámoló.

Február 20. Előadóülés Szegeden.

HORVÁTH István: A Szeged város alatti olajmező 28 kútjának lefúrása, kivizsgálása, termelése és kútjavítási tapasztalatai.

SINKÓ József: A szegedi-medence új mélyfúrásainak eredményei.

Március 29. "A számítástechnika szénhidrogénipari alkalmazása az Alföldön" címmel bemutatóval egybekötött, továbbképzés jellegű szakmai tanácskozás Szolnokon, a Magyar Geofizikusok Egyesülete Alföldi Csoportjával közös szervezésben.

CSÉP Balázs – DÖVÉNYI Péter – HORVÁTH Ferenc – KOVÁCS Lajos – SZALAY Árpád: Medencefejlődés és Ch-képződés modellezése.

BACSA István – LELKES Ákos – PÁLYI András: A hazai szénidrogén prognózis kidolgozásánál – a reménybeli készletek meghatározására – alkalmazott eljárások.

SOMFAI Attila - ifj. SOMFAI Attila: Szimulációs eljárás a másodlagos szénhidrogénvándorlás modellezésére.

CSÖRGEI József – VARGA Géza – MILÁNKOVICH András – MADARASI András – LÁDA Ferenc: Az ELGI tellurikus és magnetotellurikus eszköztára.

BEREZNAI Miklós – SAMÚ Lajos: Szeizmikus időtérkép izovertikális mélységtranszformációja t_0=f(II) függvények vizsgálata alapján.

VAKARCS Gábor – VÁRNAI Péter: Karotázs transzformáló programcsomag alkalmazása a geológiai értelmezésben a Geofizikai Kutató Vállalatnál.

BERECZKY Csaba – PÁPA Antal – TAKÁCS Ernő: Karotázs és szeizmikus adatok előkészítése az együttértelmezéshez VT 160/AT számítógépen.

LIPTÁK Ernő – RÉZ István: A fúrás közbeni adatok gyűjtése és feldolgozása.

BENKŐ Attila – KISS Bertalan – KORMOS László – TÓTH József: Számítógépek alkalmazása a szelvényértelmezésben az EMG-666-tól a TPA70-en és IBM-eken át a Con-Current-ig, az egyedi kvantitatív értelmezésektől az integrált értelmezésig.

GERSE József – KÉSMÁRKY István – KOVÁCS András: Komplex geológiai-geofizikai értelmezést elősegítő programcsomag.

FERENCZY László – KISS Bertalan: A számítógépes szelvényértelmezés aktuális problémái.

CSÁSZÁR János – MARTON Tibor: A számítógépes megjelenítés lehetőségei a földtani információszerzésben a KFV-nél.

BARLAI Zoltán – RÉZ Ferenc: Repedezett tárolók karotázs értékelése.

HORVÁTH István: Olajmezőkben végzett fúrási, kútvizsgálati, kútkiképzési és kútjavítási munkálatok idejének újszerű integrált vizsgálata Szeged város alatt lévő olajmező példája alapján.

FARKAS Éva – BÍRÓ Zoltán – VASS István: Termelési adatokat kezelő programrendszer IBM PC/AT kompatibilis számítógépre.

SZENDRŐ Dénes: Adatbázis karotázs-, és magadatok kezelésére.

MOLNÁR Gábor – SIMAY László: Szakmai adatbázis rendszerrel támogatott kutatás.

LELKES Péter – SOÓS Péter – GEIGER János: A Szénhidrogénipari Kutató-Fejlesztő Intézet bányászati adatbázisa.

Kiállítók: KSH-SZÜV, Szolnoki Számítóközpont, MAELGI, SZKFI, MAELGI GEODOT Műszaki Fejlesztő Leányvállalat, MTA, KFKI, OKGT, Kőolajkutató Vállalat.

Árilis 2–3. Izotópgeokémiai Szeminárium közös rendezésben a Debreceni Akadémiai Bizottság Fizikai Munkabizottságával Debrecenben.

KOVÁCH Ádám – SUDÁRNÉ SVINGOR Éva (ATOMKI): Alacsonyfokú metamorf folyamatok Rb-Sr kormeghatározása.
BALOGH Kadosa (ATOMKI) – ÁRKAI Péter (MTA GKL): Kőzetek hőtörténetének vizsgálata K-Ar módszerrel: elméleti alapok és kísérleti eredmények medencebelseji képződményeken.
KOZÁK Miklós (KLTE) – PÉCSKAI Zoltán (ATOMKI) – SZÉKYNÉ FUX Vilma (KLTE) – ANDÓ József (ELTE): K-Ar koradatok és földtani értelmezésük ÉK-kubai mintákon.
ÁRVÁNÉ SOÓS Erzsébet (ATOMKI) – MOLNÁR Sándor (JATE): Alföldi mezozóos magmás képződmények K-Ar módszeres kormeghatározása és azok földtani értelmezési lehetőségei.
HERTELENDI Ede (ATOMKI): Műszerek és módszerek könnyűelemek stabilizotóp-eltolódás mérésére, valamint radiokarbon kormeghatározásra.
PAPP Zoltán – DARÓCZY Sándor – SZÖŐR Gyula (KLTE): Összbétadetektálás és félvezetők gammaspektromektria alkalmazása kőzetek, urán és thorium tartalmának meghatározására ppm-tartományban.
BALOGH Kadosa (ATOMKI): A nemesgáz-izotóp-analitika lehetőségei a szénhidrogén- és vízkutatásban.
SZÖŐR Gyula (KLTE): Témavezetői beszámoló a 154. sz. OTKA pályázat legfontosabb izotópgeokémiai eredményeiről.
VETŐ István (MÁFI) – HERTELENDI Ede (ATOMKI): A Tardi Agyag kerogén - és karbonát tartalmának szén- és oxigénizotóp arányai, őskörnyezeti következtetések.
MIKÓ Lajos – MARTON Lajos (MÁFI) – HERTELENDI Ede (ATOMKI): Szennyeződés leszivárgási lehetőségek vizsgálata izotóphidrogeológiai módszerekkel a Debreceni Vízművek hatásterületén.
SÜMEGI Pál – SZÖŐR Gyula (KLTE) – HERTELENDI Ede (ATOMKI): Alföldi quarter üledékek kronosztratigráfiai és paleoklimatológiai rekonstrukciója.
HÁMOR Tamás (MÁFI) – HERTELENDI Ede (ATOMKI): A pannoniai dolomitok $\delta^{18}O$ és $\delta^{13}C$, valamint a magyarországi üldékes piritek $\delta^{34}S$ méréseinek előzetes eredményei.
PAP Lajos – MIKÓ Lajos (MÁFI): A Tiszavasvári Alkaloida Vegyészeti Gyár veszélyeshulladék-tavainak komplex környezeti hatásvizsgálata.

Április 19. Előadóülés Debrecenben. Közös rendezésben a Magyar Földrajzi Társaság Debreceni Osztályával és a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat Földtudományi Szakosztályával.

CSEH-NÉMETH József: A recski mélyszinti ércesedés földtana és kitermelési lehetőségei.

Április 24. Előadóülés Debrecenben. Közös rendezésben a Magyar Földrajzi Társaság Debreceni Osztályával és a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat Földtudományi Szakosztályával.

BALOGH Béla András: Egy lehetséges új középiskolai földrajz tanterv körvonalai.

Június 22–23. Környezetföldtani terepbejárás a Kiskunsági Nemzeti Parkban, közös rendezésben a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóságával. Szakmai vezetők: MOLNÁR *Béla,* IVÁNYOSI SZABÓ *András.*

Szeptember 11. Előadóülés Szegeden.

KUCSORA Sándor: Csongrád-megye környezetpotenciál térképei.

Október 16. "A közép-alföldi kevertgázöv szénhidrogénföldtani viszonyai" címmel ankét Szolnokon.

PAP Sándor: A közép-alföldi kevertgázöv.
VETŐ István: A közép-alföldi kevertgázöv nyugati részének geokémiája.
GEIGER János – MUCSI Mihály – KISS Balázs: A közép-alföldi kevertgázöv szedimentológiai vizsgálata.
TÖRÖK Józsefné: A közép-alföldi kevertgázöv fluidum összetétel, illetve teleptani problémái.

KORMOS László: A mélyfúrási geofizikai szelvények feldolgozása, a tárolóparaméterek meghatározása a közép-alföldi kevertgázöv fúrásaiban.
GAJDOS István: Érdekességek és tanulságok a közép-alföldi kevertgázöv feldolgozása során.
HORVÁTH Péterné: Továbbkutatási lehetőségek a közép-alföldi kevertgázövben.

November 13. Előadóülés Szegeden.

KOVÁCS Béla – MAKÁDI Mariann: A balatonfűzfői felső-pannoniai (Balaton emelet) képződményeinek összehasonlító vizsgálata.
MAGYAR Imre – MEZŐ Ágnes – SZÓNOKY Miklós: A hirdi felső-pannoniai (Balaton emeletbeli) képződmények mollusca faunája.
BARABÁS András – MAGYAR Imre – SZÓNOKY Miklós: A mórágyi rög DK-i előtere Balaton emeletbeli képződményeinek üledékföldtani és biosztratigráfiai vizsgálata.

December 11. Előadóülés Szolnokon.

VETŐ István: Geokémiai módszerek az üledékképződési környezet rekonstrukciójában a Tardi Agyag példáján.
JUHÁSZ Erika: Homokkő tárolók porozitás és permeabilitás kifejlődése a mecseki liász összlet példáján.
KISS Balázs: Törmelékes kőzetek pórusszerkezetének numerikus vizsgálata.

Dél-dunántúli Területi Szervezet:

Febrár 20. Előadóülés Pécsett.

BARABÁS András: Újabb adatok a Mórágyi-hegység DK-i előterének földtani felépítéséhez.
WÉBER Béla: Dokumentumok a mecseki uránérckutatás történetéhez.

Április 24. Klubdélután a Liász Klubbal közös rendezésben.

TORMÁSSY Loránd: Miért gazdaságos egy Spanyol magán szénbánya?

Május 28. Előadóülés Pécsett.

FAZEKAS Via – LELKESNÉ FELVÁRI Gyöngyi – MAJOROS György: A Vajta-3. sz. kutatófúrás földtani kőzettani eredményei.
BARABÁSNÉ STUHL Ágnes: Újabb palynológiai adatok a Jakabhegyi Homokkő Formáció korához a Vajta-3. sz. kutatófúrásból.
BARABÁS András: Hidrogenetikus uránércesedés a Bátaszék környéki pannóniai képződményekben.

Június 12. Előadóülés Pécsett.

WÉBER Béla: Újabb adatok a Mecsek-alja vonal ismeretéhez Pécs város területén.
CHIKÁN Géza – KÓKAI András: Szerkezetföldtani vizsgálatok Paks környékén.
GÁL Miklós – SÜTŐ Zoltánné: A Ny-Mecsek területén mélyült néhány kutatófúrás anyagának foraminifera, nanno- és mikroplankton vizsgálata.
CHIKÁN Géza – CHIKÁN Gézáné – KÓKAY András: Az újabb erdősmecskei fúrások földtani eredményei.

Közép- és Észak-dunántúli Területi Szervezet

Március 28. Ankét a Magyar Hidrológiai Társaság Győri és Komárom–Esztergom-megyei Területi Szervezetével Veszprémben.

ALMÁSSY Endre: Komárom–Esztergom-megye természeti adottságai, a vízgazdálkodás lehetősége, és korlátai.
KÉRI János: Alkalmazott földtani kutatások Komárom–Esztergom-megye területén.
SZŰCS József: Földtani- és ásványvagyon kutatás szerepe és jelentősége a bányászatban.
KOVÁCS György Zoltán: Földtani kutatás hasznosulása, figyelembevétele a területfejlesztési, hulladékelhelyezési koncepciók kialakításánál.

KOVÁCS Károly: Komárom–Esztergom-megye környezetvédelmének értékelése, aktuális feladatok.
KOVÁCS D. Zoltán: Komárom–Esztergom-megye "Vízellátás–csatornázás koncepció"-jának értékelése, vízbázisok védelme.
NAGY Zoltán: A jelen és a közel jövő vízgazdálkodási feladatai.

Április 25. Beszámolóülés Veszprémben.

Beszámoló intézmények: Tatabányai Szénbányák, Magyar Állami Földtani Intézet, Bauxitkutató Vállalat, Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet.

Május 24. Előadóülés Veszprémben.

DUNKL István: Bakonyi paleogén és ladini tufák, valamint eocén fedős bauxitok, akcesszorikus ásványain fission track módszerrel mért új koradatok.
D. VERESS Márton – PONGRÁCZ Imre: Kísérlek néhány bakonyi sasbérc hajdani kavics elborítás határának kimutatására.

November 6. Előadóülés "Az aktuális bányászati és földtani kérdések a Tatabányai Bányák területén" címmel Tatabányán.

JÁKI Rezső: A Tatabányai Bányák bányavízemelési helyzete, a bányászat perspektívája az új térségi limit bevezetésének tükrében.
TÓTH Béla – TASKA Csaba: Pulzációs vizsgálatok végzése a triász alaphegység áramlási viszonyainak megismerése, egy hatékonyabb vízvédelmi rendszer kidolgozása érdekében Mány I/a. akna üzem területén.
SAS Endre: Zsámbék térségében lévő produktív területek telepes összletének jellemzése.
STUBEL György: Zsámbék-Észak területének feltárása és művelésbevonásának lehetséges változatai.
SÓKI Imre: A Tatabányai Bányák kutatási tevékenysége, különös tekintettel a vértessomlói térség eredményeinek ismertetésére.
CSERBA Elemér: Visszamaradt szénvagyonok leművelésének reális lehetőségei a Tatabányai-medence területén.

Észak-magyarországi Területi Szervezet

Január 25. Évnyitó klubnap Miskolcon.

HÁMOR Géza: Beszámoló a Geológiai Világkongresszusról.

Február 22. Előadóülés közös rendezésben a Magyar Hidrológiai Társasággal Miskolcon.

MEGYERI Mihály – SZILÁGYI Gábor: Hidraulikai paraméterek meghatározásának új módszerei a vízföldtani kutatásban.

Március 29. Előadóülés Miskolcon.

SZABÓ Tibor – SZOKOLAI György: A kápolnai lignitterületre vonatkozó geostatisztikai ásványvagyon paraméter vizsgálatok tapasztalatai.
CSICSELY András – SZAKÁLL Sándor: Beszámoló a Müncheni Ásványtani Napokról.

Árilis 26. Mérnökgeológiai Nap Miskolcon.

NÉMETH Csaba – KOMJÁTI Miklós: Mérnökgeológiai vizsgálatok Miskolc térségében. (Középszerű utcai szivárgó rendszer, avasi közműalagút, Katowice utcai részcsúszás)

Május 31. Előadóülés a Borsodi Műszaki és Közgazdasági Hetek keretében "Ásványvagyonunk, mint nemzeti kincs" címmel. Társrendezők: Magyar Geofizikusok Egyesülete Észak-magyarországi Szervezete, és a Magyar Hidrológiai Társaság Észak-magyarországi csoportja.

MORVAI Gusztáv: Elnöki megnyitó.
JUHÁSZ András: A borsodi barnakőszénmedence kutatási és bányászati perspektívái.
MADAI László – SZABÓ Tibor: Lignitvagyonunk mai megítélése.

MADAI László – G. MOLNÁR Ferencné: A víz, mint az ásványvagyon-védelmének lehetőségei a külfejtéses bányászat során.
MÁTYÁS Ernő: Nemzeti kincsünk a zeolit.
SZEPESSI András: A borsodi-medence vízvédelmi helyzete.
HURSÁN László: Nemérces ásványi nyersanyagok mélyfúrási geofizikája.
HURSÁN László – PETHŐ Gábor – TURAI Endre: A telkibányai káli trachit geofizikai kutatási eredményei.
PETHŐ Gábor: A VLF-mérések alkalmazása a nemérces ásványi nyersanyagok kutatásában.

Szeptember 27. Tanulmányút a Bükki Nemzeti Park területén.

Október 25. Előadóülés Miskocon.

MOLNÁR Dezső: Külfejtés kutatása a geofizika módszerével.
HEGEDŰS Károly: A borsodi szénmedencében alkalmazott művelési technológiák és a földtani-teleptani viszonyok összhangja.

December 20. Évzáró klubnap

RADÓCZ Gyula: Élménybeszámoló könynyűbúvár expedíciós útjaimról.

A Magyarhoni Földtani Társulat 1991. január–december havi ülésszakán elhangzott előadások

Budapest

Január 9. A Budapesti Területi Szervezet vezetőségválasztással egybekötött előadóülése.

ZELENKA Tibor: Beszámoló az elmúlt öt év tevékenységéről.
HORVÁTH István – ÓDOR László – KOVÁCS Lajos – FÜGEDI P. Ubul: A Tokaji-hegység áttekintő geokémiai felvétele.
HORVÁTH János – HAJDÚ László – ZELENKA Tibor: A telkibányai régi bányaműveletek vizsgálatának újabb földtani eredményei.
BREZSNYÁNSZKY Károly: Beszámoló a Kubai–Magyar Expedíció tevékenységéről (1972–1990.)

Január 16. Az Általános Földtani Szakosztály vezetőségválasztással egybekötött előadóülése.

NAGY Elemér: Beszámoló az elmúlt öt év tevékenységéről.
TÖRÖK Ferenc: Szerkezetmorfológiai analógiák a magyar középhegységben.

Január 21. A Gazdaságföldtani Szakosztály vitafóruma "Földtudomány és piacgazdaság"

Vitaindító: TELEKI Pál (USA)

Január 24. A Geomatematikai és Számítástechnikai Szakosztály vezetőségválasztással egybekötött előadóülése.

BÁRDOSSY György: Beszámoló az elmúlt öt év tevékenységéről.
BÁRDOSSY György: A nemzetközi geostatisztikai, geomatematikai kutatások "áramvonalai".
FÜST Antal: A geostatisztika hazai eredményei.

Február 11. Az Őslénytani Rétegtani Szakosztály előadóülése

BOHNNÉ HAVAS Margit: A magyarországi miocén plankton gastropodák.
KOVÁCS Sándor – GNOLI, Maurizio: Szilur orthocon Nautiloideák az Upponyi-hegységből.

Február 18. Az Agyagásványtani Szakosztály vezetőségválasztással egybekötött előadóülése.

NEMECZ Ernő: Beszámoló az elmúlt öt év tevékenységéről.
VICZIÁN István: Beszámoló a XII. Csehszlovák Agyagásványtani és Kőzettani Konferenciáról (C. Budejovice 1990. augusztus).

Február 20. Az Általános Földtani Szakosztály előadóülése.

KOLOSZÁR László – BUDAI Tamás – CSILLAG Gábor: Geológiai kirándulás a Déli-Alpokban.

Február 26. A Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály vezetőségválasztással egybekötött előadóülése.

CSERNY Tibor: Beszámoló az elmúlt öt év tevékenységéről.
KOVÁCS István – UNYI Péter: Közepes és magas aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezése Svájcban.

Március 4. Az Őslénytani Rétegtani Szakosztály vezetőségválasztással egybekötött előadóülése.

KECSKEMÉTI Tibor: Beszámoló az elmúlt öt év tevékenységéről.
HAAS János: Tájékoztató a Nemzetközi Földtani Korrelációs Program (IGCP) magyarországi érdekeltségű témáiról.
KECSKEMÉTI Tibor: Beszámoló "Early Paleogene Benthos" (IGCP-286) spanyolországi munkaüléséről.
SZTANÓ Orsolya: Tájékoztató az Ifjú Geológusok Világtalálkozójának (Budapest, 1991. augusztus 22–28.) programjáról.

Március 7. A Gazdaságföldtani Szakosztály vezetőségválasztással egybekötött előadóülése.

HAHN György: Beszámoló az elmúlt öt év tevékenységéről.
HAHN György: Ásványkincseink gazdaságtörténeti szerepe.

Március 11. Az Ásványtan-Geokémiai Szakosztály vezetőségválasztással egybekötött előadóülése.

GATTER István: Beszámoló az elmúlt öt év tevékenységéről.
SZENDREI Géza: A talajvékonycsiszolatok mikroszkopós értékelési módszere – újabb eredményei és perspektívái.
ÁRKAI Péter – VICZIÁN István: Rétegszilikátok a diagenezisben és az igen kis fokú metamorfózisban (konferencia beszámoló).

Március 13. Rendkívüli Alapszabálymódosító és Rendes Tisztújító Közgyűlés

Napirend:
Rendkívüli Alapszabálymódosító Közgyűlés.
Alapszabálymódosítás.
136. Rendes Tisztújító Közgyűlés.
HÁMOR Géza: Elnöki köszöntő.
A társulati emlékérem bizottságok jelentése és az érmek átadása.
SZABÓ József emlékérem – ERDÉLYI Mihály – (GÁLFI János): Subface and subsurface mapping in hidrogeology c. munkájáért.
HANTKEN Miksa Emlékérem – JÁNOSSY Dénes: Pleistocene vertebrate faunas of Hungary c. munkájáért.
KOCH Antal Emlékérem – RAINCSÁKNÉ KOSÁRY Zsuzsanna – (KISDINÉ BULLA Judit, SZABÓNÉ DRUBINA M.): Budapest területének földtani térképe, felszínalatti első vízadó képződmények térképe, építésalkalmassági térképe c. munkájáért.
VENDL Mária Alapítványi Emlékérem – ZOLTAI Tibor: A mineralógiai – krisztallográfiai irodalmi munkásságáért.
Pro Geologia Applicata Érem: BÁRDOSSY György, CSEH NÉMETH József, ERDÉLYI Mihály, SZANTNER Ferenc, VÖLGYI László, ZELENKA Tibor.
SEMSEY Andor Ifjúsági Emlékérem – VAKARCS Gábor – VÁRNAI Péter: Karotázs transzformáció és térképező programcsomagok felhasználása a geológiai értelmezésben. Különdíj: BUJTOR László: Albai és cenomán ammonideák paleobiogeográfiai értékelése az alpi-kárpáti és mediterrán Tethys régióban.
Az 1990. évi Első Előadói Ankét Eredményhirdetése:
KRIVÁN Pál Alapítványi Emlékérem – GERNER Péter
Hallgató kategória: I. GERNER Péter, II. MAGYARI Árpád, DULAI Alfréd, III. PORJESZ Róbert, ROSTA Éva, BENKOVICS László.
Végzettek kategória: I. BUJTOR László, KOZMA Tibor, II. FEHÉR Tamás, III. LÁSZLÓ József.

Társulati Emlékgyűrűk átadása: ERDÉLYI Tibor, GERBER Pál, JUHÁSZ József, KASZAP András, RÉVÉSZ István.
50 éves Társulati Tagságot Elismerő Díszoklevél: SZÉKYNÉ FUX Vilma, CSÍKY Gábor.
A közgyűlés az alábbi új belföldi és külföldi tiszteleti tagokat választotta meg. Belföldi: JASKÓ Sándor, KÖRÖSSY László. Külföldi: T. GATTINGER (Ausztria), A. SLACZKA (Lengyelország), TELEKI Pál (USA).
HALMAI János: Főtitkári Jelentés.
VITÁLIS György: Az Ellenőrző Bizottság jelentése.
HÁMOR Géza: Az elnökség nevében leköszön.
Az interregnum elnöke DANK Viktor.
Vezetőségválasztás.
A megválasztott új Elnökség: Elnök: KECSKEMÉTI Tibor, Társelnökök: MINDSZENTY Andrea, VITÁLIS György, Főtitkár: HALMAI János, Titkár: CSERNY Tibor.

Március 20. Az Általános Földtani Szakosztály előadóülése vendég előadóval.

A. ITAMAR (Izraeli Földtani Szolgálat – Jeruzsálem): Volcanic cycles within the Precambrian Massif of Sinai peninsula.
KNAUER József – E. A. NÉMETH Márta: A Nagytétényi Bauxit Formáció felfedezése Ajka környékén.

Április 8. A Geomatematikai és Számítástechnikai Szakosztály előadóülése.

FÜST Antal: Lineáris becslés térképezés a prognózis készítés időben és térben lezajló folyamatokról.
GEIGER János: Markov analízis a litosztratigráfiai elemzésekben – elméleti problémák vélt megoldások és alkalmazások.

Április 15. A Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály és Közlekedéstudományi Egyesület Alagút és Alapozási Szakosztálya közös előadóülése.

SIGRAI Tibor – ÁPÁTHY Árpád: M0-ás autópálya dunai átvezetése, mederpillér alapozásának tervezése és kivitelezése.

Április 17. Az Általános Földtani Szakosztály előadóülése.

HAAS János: Lofer ciklusok, üledékképződés és korai diagenezis.
MINDSZENTY Andrea: Fedő alatti elváltozott bauxitok paleopedológiai értelmezése.
JUHÁSZ Györgyi – TÖRÖK Ákos: Az alföldi pannoniai (s.k.) üledékösszlet litosztratigráfiai és szedimentológiai jellegei.
TÖRÖK Ákos: Többfázisú dolomitosodás és kalcitosodás kimutatása katodlumineszcens mikroszkóp és elektronmikroszkóp segítségével, középső-triász Villányi-hegység.
LANTOS Miklós – HÁMOR Tamás: A paleomágnesség alkalmazása az üledékföldtanban.

Április 22. Tudománytörténeti Szakosztály előadóülése.

BIDLÓ Gábor: CSEH Lajos élete és műve születésének 150. évfordulóján.
CSÍKY Gábor: TULOGDI János professzor emlékezete születése centenáriuma alkalmából.

Május 6. Az Őslénytani Rétegtani Szakosztály előadóülése.

SZABÓ János: Fúrásnyomok bakonyi bajoci csigákon.
FŐZY István: A gerecsei felső-júra: biosztratigráfia, szedimentológia és őskörnyezet.
FŐZY István: Mecseki felső-júra ammoniteszek: biosztratigráfia és paleobiogeográfia.

Május 6–10. A MFT és az ELTE Geológiai Tanszékcsoportjának ötrészes előadássorozata "Karbonátszedimentológia és diagenezis" címmel. Előadó: Prof. A. Conrad NEUMANN (USA) University of North Carolina Marine Geology.

Május 13. Az Ásványtan-Geokémiai Szakosztály előadóülése.

GATTER István – MOLNÁR Ferenc – TÖRÖK Kálmán: Beszámoló az Európai Fluidzárvány Konferenciáról, Firenze.

ÁRGYELLÁN Gizella: Törmelékes kromspinellek vizsgálata gerecsei kréta képződményekben.
BOGNÁR László: Ásványnév regiszter – egy elkészült könyvkézirat bemutatása.

Május 15. Az Általános Földtani Szakosztály előadóülése.

HÁMOR Tamás – RÁLISCHNÉ FELGENHAUER Erzsébet – HERTELENDI Ede: Vasas dolomitok a pannoniai (s.l.) összletben.
BENCZE Géza – BUDAI Tamás: A Krím-hegység földtani viszonyai.

Május 16–17. Alföldi Vándorgyűlés Szegeden a Magyar Geofizikusok Egyesületével közös rendezésben.

Május 16.
PAP Sándor: Megnyitó.
Plenáris ülés
SZALÓKI István: Időszerű gondolatok a kőolaj- és földgázbányászatról.
HANGYÁL János: A hazai kőolaj- és földgáztermelés várható alakulása, annak geológiai és geofizikai igényei.
POSGAY Károly – SZENTGYÖRGYI Károly: A litoszférát harántoló transzkurrens törésrendszer a Pannon-medence K-i részén.
POGÁCSÁS György – SZABÓ Attila – KOZMA Tibor: A Pannon-medence szénhidrogéntelepeit rejtő rezervoárok genetikai típusa szeizmikus és elektrofácies vizsgálatok alapján.
A szekció:
KISS Bertalan: A mélyfúrási geofizika helye és szerepe a projekt szemléletű CH-kutatásban és termelésben.
RUMPLER János: A szeizmika lehetőségei a CH-rezervoárok térképezésében.
KISS Bertalan – TÓTH József – PÁPA Antal – KUMMEL István – HNISZNÉ ÓSVAY Mária – KRISTÓF Miklós – TRÖMBÖCZKY Sándor – SZABARI János – LABÓCZKI Enid - KOMLÓSI Zsoltné – LUMSDENNÉ HORVÁTH Gabriella – TATÁR Andrásné: A kiskundorozsmai CH-tároló komplex geológiai, geofizikai, rezervoár mérnöki feldolgozása.
SZABARI János – TRÖMBÖCZKY Sándor: Kiskundorozsma mező művelés-tervezésének revervoár geológiai aspektusai.
MUCSI Mihály: Algyő földtana.
VARGA Ede – SZULYOVSZKY Imre: A seislog szelvények kiértékelésének eredményei az Ásotthalom-É kutatási területen és a módszer hazai alkalmazásának jövőbeni lehetőségei.
PAP Sándor – PAPNÉ HASZNOS Irén – SÖREG Viktor: A Déva déli metamorf medencealjzati szerkezet szénhidrogénkutatási problémái.
GÖNCZ Gábor – MÓD Gábor – RÁDLER Béla: VSP – szeizmikus kutatás mélyfúrásokban.
NAGY Zoltán: Elektromágneses módszerek a kutatási és termelési feladatok megoldásában.
Május 17.
A szekció:
KŐRÖS Miklós – GÖNCZ Gábor – SZILÁGYI Lajos: A Ruzsa-3D mérés módszere, feldolgozása.
ÚJFALUSY Antal és 24 fős szerzői kollektíva nevében: A Tiszántúl terület alsó-pannon fekü szeizmikus mélységtérképének az összes mélyfúrási adattal egyeztetett szerkesztése.
VAKARCS Gábor – VÁRNAI Péter: A Közép-Tiszántúl CH-földtani modellje és neogén sztratigráfiai felépítése.
CSATÓ István: A középső-tiszántúli neogén tektono- szedimentációs elemzése.
RUMPLER János – SZANYI Béla – LAKATOS Lászó: Szeizmosztratigráfiai értelmezési munka eredményei a rejtett típusú csapda lehetőségek kutatásában közép- és észak-Alföld térségében.
HORVÁTH Ferenc – GERENCSÉR Miklós – SZALAY Árpád – GALÁCZ András – DÖVÉNYI Péter – KÁZMÉR Miklós – HAJDÚ Dénes – SZENTGYÖRGYI Károly – TARI Gábor: Az alföldi fedett mezozoikum CH-genetikai potenciálja hőtörténeti modellszámítás alapján.
JUHÁSZ Györgyi: Az alföldi pannóniai s.l. litosztratigráfiai egységek térképezésének

tapasztalatai és a korreláció szedimentológiai háttere.
KOVÁCS András: Esettanulmány egy pannon CH-telepről.
GEIGER János: A lépték (tömeghatás) problémája a medencebeli üledékes kőzettestek környezeti rekonstrukciójában.
MUCSI Mihály: A komglomerátum és mészmárga fáciese és kora (dél-alföldi példák).
MUCSI Mihály – VARGA Ferenc: Algyői pannóniai homoktestek CH-készlet becslése.
B. szekció:
FÖLDTES Tamás – HORVÁTH Péterné – SELLER Zsolt: A túrkevei kutatási terület fácies viszonyai diplop, kvantitatív karotázs és műszerkabin szelvények alapján 3D-os interpretációban.
FERENCZY László: Elektrokémiai kettős réteg modelleken alapuló víztelítettség egyenletek cementációs kitevőjének (m) szelvényekből való közvetlen meghatározása.
MEGYERI Mihály – NEMES László: Célorientált teszteres vizsgálatok Magyarországon.
KOLÓSI Zsolt: Az Alekszandrov-féle pórusnyomás becslési eljárás hazai alkalmazhatóságának vizsgálata nagyalföldi fúrásokban.
SZEGÉNY István – KISS István – ÓNODI Tibor – GERSE József: Geoműszaki terv készítés számítógéppel.
POGÁNY László: A kutatási kockázat számítási módszere.
BÁRDOSSY György – BÁRDOSSY András – PÁLYI András: A szeghalmi CH előfordulás geostatisztikai vizsgálata.
MOLNÁR Gábor – SIMAY László: A dabGKV adatbázis rendszer újabb fejlesztései, a hálózat elérése az ország bármely pontjáról.
C. szekció:
JUHÁSZ Györgyi – MAGYAR Imre: Az alföldi pannóniai s.l. litofáciesek és mollusca biofáciesek korrelációja.
MAGYAR Imre: A Tiszántúl pannóniai mollusca biosztratigráfiája.
MUCSI Mihály – MÁTYÁS János: Vékonycsiszolat és scanning vizsgálatok a D-Alföldön.
MUCSI Mihály – RÉVÉSZ István: Az Algyő-970-es számú fúrás magmintáinak kőzetszerkezete és kőzetszövettana.
VICZIÁN István: Az ősföldrajzi viszonyok hatása az ásványtani összetételre magyarországi neogén rétegsorokban.
TÖRÖK Józsefné – RÉVÉSZ István – SZENTGYÖRGYI Károly – GEIGER János – KISS Balázs: A DK-Alföld CH-tároló szerkezeteihez kapcsolódó rétegvizek vízminőség vizsgálata.
KUTI László – FÜGEDI P. Ubul – VATAI József: Alföldi agrogeológiai mintaterületek kutatása a MÁFI-ban.
KUTI László – FARKAS Péter – VATAI József: Az Alföld agrogeológiai térképei.
GYURICZA György – MÜLLER Tamás – VALKAI László: Laza üledékek granulometriájának értékelésére készült "SAGUS" program
Poszterszekció:
BEKE Balázs – FORMÁNNÉ GULYÁS Csilla – HAJDÚ György – JUHÁSZ Sándor – KARAS Gyuláné – NAGY Zoltán – PÉTERFAI Béla – THUMA Attila – ZIMÁNYI István: Nagyfelbontású 3D elektromágneses szondázások eredményei pannon korú tárolórétegcsoport vizsgálatában (Uraiújfalu).
NAGY Zoltán – PAP Sándor – RUMPLER János – HAJDÚ György – LANDY Kornélné – THUMA Attila: Magnetotellurikus és szeizmikus eredmények a geotermikus tárló kutatásban Magyarországon.
LAKATOS László – VÁRADI Mária – POGÁCSÁS György – BARVITZ Anna – KISS Bertalan – NAGYMAROSY András – HAJDÚ József: A Zagyva-árok paleogén–alsó-miocén (39,5 Ma –18,5 Ma) képződményeinek szekvenciasztratigráfiai elemzése.
SZARKA László – NAGY Zoltán: Olajtelepek elektromágneses körülhatárolásának lehetősége, analóg modellezési eredmények alapján.
PÁPA Antal – TAKÁCS Ernő – TIMÁR Zoltán – TÓTH József: CH-tárolók lehatárolása, és tárolókapacitásuk elsődleges becslése sze-

izmikus és mélyfúrásgeofizikai adatok segítségével.
GOMBÁR László – LASZLOVSZKY Erzsébet – SIPOS József: A 3D szeizmikus mérések lehetőségei a szénkutatásban.
HADNAGY Árpád – SZÓNOKY Miklós – VIZI István: A Szeged alsóvárosi "Mátyás templom" középkori terméskő faragványainak kőzettani vizsgálata és származása.
VÁRHEGYI András – HAKL József – FUTÓ Kornél: DLC radon monitoring módszer.
SZLABÓCZKY Pál: Észak-magyarországi geotermikus tárolók kutatása.
ÁBELE Ferenc – BALÁZS László – KOVÁCS György: Termelés – geofizikai módszerek alkalmazása.
MAGYAR László: Gázátfejtődések az algyői CH-termelő kutakban.
GERNER Péter: Szerkezetföldtani adatok feldolgozása IBM PC-n.
GRUBER György: A dél-alföldi termálkutak 1965–1990. közötti vízhozam változásainak elemzése.

Május 20. A Tudománytörténeti Szakosztály előadóülése.

PÓKA Teréz: A magyar földtan a XIX. századi nemzetközi és hazai kiállításokon.
CSÍKY Gábor: A 150 éve alakult Királyi Magyar Természettudományi Társulat szerepe a hazai tudományosságban.

Május 21. A Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály és a Közlekedéstudományi Egyesület Alagút és Alapozási Szakosztálya közös előadóülése és titkár választás.

GRESCHIK Gyula: Kőzetosztályozás alagútépítés szempontjából.

Május 27. A Budapesti Területi Szervezet előadóülése.

PÉRÓ Csaba: Néhány szendrői-hegységi feltárás szedimentológiai és szerkezeti tanulsága.
KOVÁCS Sándor – Fritz EBNER – Hans Peter SCHÖNLAUB: A szendrői-upponyi paleozoikum rétegtani korrelációja a Karni-Alpok és Déli-Karavankák hasonló korú összleteivel.

Május 29. Az Általános Földtani Szakosztály és a Budapesti Területi Szervezet közös rendezvénye.

AMBRUS József, vice president geology, Chile, Consolidated TVX Mining Corporation (Canada): Évi nyolc tonna arany.

Június 10. Az Ásványtan-Geokémiai Szakosztály és az Agyagásványtani Szakosztály közös előadóülése.

SZAKÁLL Sándor: Ezüst ásványok és termésarany lelet Telkibányáról. (bejelentés)
SZAKMÁNY György – WEISZBURG Tamás – JÓZSA Sándor – BELECZKY Tamás: Római kori amforák ásványkőzettani vizsgálata.
VICZIÁN István: Középső-triász evaporitos és karbonátos kőzetek, kőzettani vizsgálata a Pécs IX. sz. fúrásban.

Június 12. A Geomatematikai és Számítástechnikai Szakosztály és a Gazdaságföldtani Szakosztály közös előadóülése.

BÁRDOSSY György – FODOR Béla: Ásványvagyon-értékelés a fejlett ipari országokban. A hazai alkalmazás kérdései.
POGÁNY László és szerzőtársai: Kutatási kockázat a szénhidrogén-bányászatban.

Június 12. Az Általános Földtani Szakosztály előadóülése és a Budapesti Területi Szervezet közös rendezvénye.

Prof. M.R.A. THOMSON (Cambridge): Antartic stratigraphy and problems of the Jurassic/Cretaceous boundary.

Június 14–15. III. Földtani Természetvédelmi Nap – Ság-hegy. Szervezők: Országos Természetvédelmi Hivatal, Celldömölk város Önkormányzata, Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Bányászati Szakosztálya.

június 14. – Terepbejárás.
Iharkút – bauxitbánya, külfejtés és rekultiváció.
Úrkút – őskarszt, mangánbánya, külfejtés, mangán iszaptavak.
Uzsabánya – bazaltbánya.
Ság-hegy
június 15.

VARGA László Csaba, Celldömölk város alpolgármestere megnyitója.
TARDY János: A hazai földtani természetvédelem aktuális kérdései.
KOMLÓSSY György: A földtani és a természetvédelem.
NEUBERGER Antal: Bányászat és természetvédelem.
KORDOS László: Földtani természetvédelem.
VIHAROS Zsolt – HILD József: Rekultivációs munkák Tapolca környékén.
KOCH László: Jakab-hegyi földtani természetvédelmi terület ismertetése.
Bányász-emlékmű avatás a Ság-hegyen.
A Ság-hegyi Földtani Tanösvény bemutatása (ORAVECZ János)

Június 19–20. "A K-Mecsek jura és alsó-kréta képződményei" címmel terepbejárás az Őslénytani Rétegtani Szakosztály szervezésében. OTKA I/3 2294.sz. téma A Mecsek hegység jura időszaki képződményeiben előforduló fossziliák vizsgála.

Június 26. Az Általános Földtani Szakosztály előadóülése.

VÖRÖS Attila: Hierlatz Mészkő: egy sajátos alpi fácies.
GYALOG László – DETRE Csaba – CSILLAG Gábor: Felső-triász brachiopodás dolomit Gánt környékén.

Augusztus 22–28. NEW WAVES OF GEOLOGY Ifjú Geológusok Első Világtalálkozója Budapesten.

Előadások és konzultációs lehetőség
Üledékföldtan – H.G. READING, P. HOMEWOOD és W. SCHLAGER professzorok
Kőzettan-Geokémia – A. HALL, K.H. WEDEPOHL, J.M. BARDINTZEFF professzorok
Tektonika-geofizika – A.W. BALLY, J.G. RAMSAY professzorok
Rétegtan-Őslénytan – J. REMANES, J.H. CALLOMON professzorok
Vízföldtan-környezetföldtan – K.A. CZURDA, P.G. MARINOS professzorok
Agrogeológia-mérnökgeológia – L.P. GAUGH, G. STOOPS, L. PRIMEL professzorok
Geomatematika – M. ARMSTRONG professzor

Szeptember 4. Az Ásványtan-Geokémiai Szakosztály, a Központi Földtani Hivatal és az ELTE Ásványtani Tanszéke közös rendezésében előadóülés "A magyarországi számítógépes ásványtani adatbázis bemutatása" címmel.

Számítógépes adatbázis (szerzői kollektíva).
SZAKÁLL Sándor: A magyar ásványtani alapgyűjteményi adatbázis.
SZAKÁLL Sándor – JÁNOSSY Melinda: Újabb eredmények a hazai oxidok vizsgálatában. Delafossit Martonyiból.
MOLNÁR Ferenc – GATTER István: Magyarországi neogén ércesedések "apofiza" kvarcainak morfológiai, genetikai vizsgálata.
MOLNÁR Ferenc: A telkibányai nemesfém ércesedés genetikai viszonyai folyadékzárvány vizsgálatok alapján.
Számítógépes bemutató.

Szeptember 13–14. Az Őslénytani Rétegtani Szakosztály terepbejárása. Aggtelek–Rudabányai-hegység.

KOVÁCS Sándor: Nekézseny, Strázsa-hegy (Harka-tető).
KORDOS László: Rudabánya, Hominoidea lelőhely.
KOVÁCS Sándor: Martonyi, Szár-hegy keleti csúcsa.
PIROS Olga: Aggtelek, Baradla-tető Ény-i lába.
PIROS Olga: Jósvafő, vörös-tói leágazás.
RÓTH László: Perkupa, felső templom melletti feltárás.
KOVÁCS Sándor: Szőlősardó, a falu keleti széle.
KOVÁCS Sándor: Telekes-völgyi szelvények.
KOVÁCS Sándor: Rakacaszend, Kopasz-hegy.

Szeptember 23. Az Ásványtan-Geokémiai Szakosztály és az MTA Geokémiai és Ásványkőzettani Tudományos Bizottság közös előadóülése.

LIPPMANN, F. (Tübingen): Phase diagrams depicting aqueous solubility of mixed crystals.
Szeptember 24. A Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály szervezésében egy angol cég bemutatkozása.
Core Drill Ltd. (UK) munkatársai: Korszerű magfúrási eszközök és technológiák a földtani és mérnökgeológiai kutatásban – bemutatóval egybekötve.

Szeptember 25. Az Általános Földtani Szakosztály "Balaton-felvidéki" előadóülése.

BUDAI Tamás – CSILLAG Gábor – DUDKO Antonyina – KOLOSZÁR László: A Balaton-felvidék földtani felépítése, az 50 000-es térkép bemutatása.
SZABÓ Imre – KORPÁS László: Középző-triász paleokarszt jelentéségek a balaton-felvidéki szelvényekben.
JUHÁSZ Erika – KORPÁS László – SZABÓNÉ BALOG Anna: A naszályi dachsteini mészkő paleokarsztjának vizsgálati eredményei.
Az előadóüléshez szeptember 28-án balaton-felvidéki terepbejárás kapcsolódott, túravezető: DUDKO Antonyina.

Október 14. Az Őslénytani Rétegtani Szakosztály Pannon Ankétja.

JÁMBOR Áron: A pannóniai rétegtan új eredményei.
KORPÁSNÉ HÓDI Margit – MAGYAR Imre: A pannóniai emelet értelmezési és korrelációs problémái.
BALOGH Kadosa: K-Ar mérések szerepe a pannóniai kronosztratigráfiában.
LANTOS Miklós – POGÁCSÁS György – HÁMOR Tamás – SIMON Ernő: A pannóniai képződmények szeizmikus és magtetosztratigráfiai korrelációjának újabb eredményei.
SÜTŐNÉ SZENTAI Mária: A pannóniai-medence fejlődéstörténete a szerves vázú mikroplankton vizsgálatok tükrében.
HABLY Lilla: A magyarországi pannon levélflóra környezet és klímajelző szerepe.
SZUROMINÉ KORECZ Andrea: A DK-Dunántúl pannóniai s.l. képződményeinek rétegtani értékelése Ostracoda faunájuk alapján.
MAKÁDI Mariann: Eltérő őskörnyezetek a "Congeria balatonica-s szint" képződményeiben a Bakony DK-i lábánál a kis-Melanopsisok biometriai vizsgálata alapján.
MÜLLER Pál – MAGYAR Imre: A Prosodacnomyák evoluciója és rétegtani jelentősége a Kötcse környéki pannóniai s.k. üledékekben.
LENNER József – HUM László – SZÓNOKY Miklós: A Mórágy–Geresdi rög DK-i előtere Balatoni Emeletbeli képződményeinek biosztratigráfiai vizsgálata mollusca fauna alapján.
SZÓNOKY Miklós – MÜLLER Pál – MAGYAR Imre: A felső-pannon (sensu Lörenthey) partközeli képződmények előzetes biosztratigráfiai értékelése a Mecsek DK-i előterében.
KORPÁSNÉ HÓDI Margit: Korrelációs problémák a Villányi-hegység előterének pannóniai képződményeiben.
MAGYAR Imre: A Tiszántúl pannóniai mollusca biosztratigráfiája.
KORPÁSNÉ HÓDI Margit – POGÁCSÁS György – SIMON Ernő: Biosztratigráfiai és szeizmikus sztratigráfiai adatok korrelációja a Duna–Tisza köze déli részén.
POGÁCSÁS György – SZABÓ Annamária – SZALAY Judit: Progradációs delta képződmények kronosztratigráfiai és ősföldrajzi viszonyai DK-Magyarországon.

Október 16. Az Általános Földtani Szakosztály előadóülése.

PELIKÁN Pál – LESS György – GULÁCSY Zoltán: A Bükk hegység földtani térképezésének földtani eredményei I. rész.
KÓKAY József: A várpalotai szénterület déli medencéinek földtani viszonyai.

Október 17. Az Ásványtan-Geokémiai Szakosztály előadóülése meghívott előadóval.

Prof. Dr. Josef ZEMANN (A Bécsi Egyetem Ásványtani és Kristálytani Intézetének nyugalmazott vezetője, az MTA tiszteleti tagja): Nem szilikátos zeolit szerkezetek.

Október 21. A Tudománytörténeti Szakosztály előadóülése.

CSÍKY Gábor: BORN Ignác élete és műve.
VITÁLIS György: TELEGDI ROTH Lajos emlékezete, születése 150. évfordulóján.

November 4. A Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály előadóülése.

KESSERŰ Zsolt: A mélységi hulladékelhelyezés lehetőségei Magyarországon.
MAJOROS György: Javaslat mélységi hulladéktároló létesítésére a Ny-Mecsekben.

November 11. Az Őslénytani Rétegtani Szakosztály előadóülése.

PÁLFY József: Biosztratigráfia a végeken: alsó-jura ammonitesz zonáció Ny-Kanadában.

November 18. Az Agyagásványtani Szakosztály és a Talajtani Társaság Talajtani Szakosztálya közös előadóülése.

STEFANOVICS Pál: Főbb jellemző talajtípusok dinamikai folyamatainak jellemzése agyagásványos összetétele alapján.
VICZIÁN István – FÖLDVÁRI Mária: Beszámoló a VII. EUROCLAY és a V. ESTAC Konferenciákról.

November 18. VII. Tudománytörténeti Nap "Múzeumok és gyűjtemények az ásvány- föld- és őslénytan történetében Magyarországon" címmel a Tudománytörténeti Szakosztály megalakulásának 20. évfordulója alkalmából.

CSÍKY Gábor: Megnyitó.
CSÍKY Gábor: A múzeumi gondolat alakulása és szerepe a magyar közművelődésben.
PAPP Gábor: A magyarországi ásványtani gyűjtemények áttekintése.
KECSKEMÉTI Tibor: A magyarországi földtani és őslénytani gyűjtemények áttekintése.
KECSKEMÉTI Tibor: A Magyar Természettudományi Múzeum gyűjteményeinek összefoglaló ismertetése.
PAPP Gábor – WEISZBURG Tamás: Az Eötvös Loránd Tudományegyetem gyűjteményeinek összefoglaló ismertetése.
VITÁLIS György: A Magyar Állami Földtani Intézet gyűjteményeinek összefoglaló ismertetése.
SZÉKYNÉ FUX Vilma: A felsőoktatási intézmények (ELTE kivételével) gyűjteményeinek áttekintése.
KECSKEMÉTI Tibor: Megyei múzeumok gyűjteményeinek áttekintése.
A szakmúzeumok gyűjteményeinek összefoglaló ismertetése.
MOLNÁR László: Bányászati gyűjtemények.
TÓTH János: Magyar Olajipari Múzeum.
DOBOS Irma: Vízügyi Múzeum.
KUBASSEK János: Magyar Földrajzi Múzeum.
SZAKÁLL Sándor: A középiskolai gyűjtemények összefoglaló ismertetése.
CSÍKY Gábor: Magyar alapítású erdélyi gyűjtemények ismertetése.
A nagyenyedi Bethlen Kollégium gyűjteménye. Az Erdélyi Múzeumi Egyesület.

November 20. Az Általános Földtani Szakosztály előadóülése.

Arie ITAMAR – VETŐNÉ ÁKOS Éva: Miocén szubdukciós zóna a D-Mátrában.
DON György – MARSI István – SCHAREK Péter – SZURKOS Gábor – ZSÁMBOK István: Az új komplex földtani térképezés módszerei és eredményei a Kisalföldön.
BALLA Zoltán: Batiszkáfos földtani megfigyelések a Bajkál-tó fenekén.

November 28. Földtani Térinformatikai Nap, a MFT, a MÁFI és a MGSZ szervezésében.

GAÁL Gábor: Megnyitó.
TURCZI Gábor: Térinformatika és helye a földtanban.
ELEK I.: Térinformatikai rendszerek tervezése.
ERDÉLYI Gáborné: A földtani információs rendszer adatbázisa és feldolgozási igényei.
FARKAS István: Nemzeti Geofizikai Adatbázis.
SOMOS László: A nyersanyag-információs rendszer térinformatikai kapcsolatai.

TURCZI Gábor: Az INTERGAPH rendszer alkalmazása a földtani térinformatikai feladatok megoldására.
SÍKHEGYI Ferenc: Számítástechnikára alapozott térképszerkesztés, térképkiadás.

December 4. A Geomatematikai és Számítástechnikai Szakosztály előadóülése.

HARANGI Szabolcs: Sokváltozós matematikai módszerek alkalmazása magmás kőzetek geokémiai vizsgálatára.
KUHN Tibor: A kitermelhető ipari szénhidrogénvagyon megbízhatóságának becslése.

December 5. A Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály, és a Magyar Állami Földtani Intézet közös ankétja "100 éves az agrogeológiai kutatás a Földtani Intézetben" címmel.

STEFANOVICS Pál: Megnyitó.
ZENTAY Tibor: Az agrogeológiai kutatás története.
KUTI László: Az agrogeológiai térképezés a Magyar Állami Földtani Intézetben.
FÜGEDI P. Ubul: Agrogeológiai mintaterületek kutatása.
SOLTI Gábor: A természetes talajjavító anyagok kutatása és hasznosítási lehetőségei.
FARKAS Péter: A talajok termékenységét gátló tényezők agrogeológiai vonatkozásai.
MARSI István: A talajtérképezés módszerei és alkalmazásuk a Földtani Intézetben.
VATAI József: Agrogeológiai kutatások a Sajó-völgy területén.
HORVÁTH István – ÓDOR László – FÜGEDI P. Ubul: Prospekciós geokémiai felvétel talajgeokémiai értékelése toxikus ritkaelemekre a Tokaji-hegység példáján.
KALMÁR János: A Gödöllői Arborétum agrogeológiai helyzete, különös tekintettel a növényzet fejlődésére.
MÜLLER Tamás: A talajsavanyodás agrogeológiai vonatkozásainak vizsgálata a Zalai-dombság területén.

December 9. Az Ásványtan-Geokémiai Szakosztály előadóülése.

DEMÉNY Attila: Stabilizotóp eloszlások lamprofir-mészkő kölcsönhatása során.
HARANGI Szabolcs: Petrogenetikai modell a mecseki alsó-kréta vulkáni sorozat keletkezésére nyomelemek alapján.

December 9. "Tanulmányok a magyarországi paleogén medencefejlődés témaköréből" címmel előadóülés az Őslénytani Rétegtani Szakosztály szervezésében.

FODOR László – MAGYARI Árpád: Eocén–oligocén transzgressziós tektonika és a hozzá kapcsolódó szedimentáció a Dunántúli-középhegységben.
TARI Gábor – SZTANÓ Orsolya – BÁLDI Tamás – NAGYMAROSI András: Szekvenciasztratigráfia az É-magyarországi paleogén medencében.
BÁLDINÉ BEKE Mária – NAGYMAROSI András: A szonoki flis kora és ősföldrajzi helyzete.
SZTANÓ Orsolya: Alsó-miocén medencefejlődés É-Magyarországon.
BÁLDI Tamás: Paleoökológiai módszerek és alkalmazásuk eredményei a magyar eocén–oligocén–alsó-miocén medencék süllyedéstörténetének rekonstrukciójában.

December 16. Évzáró klubdélután a Tudománytörténeti Szakosztály szervezésében.

CSÍKY Gábor: 20 éves a Tudománytörténeti Szakosztály.
ERDÉLYI Mihály: Ifj. LÓCZY Lajos élete és művei születése 100. évfordulóján.

December 18. Az Általános Földtani Szakosztály előadóülése.

KÓKAY József: A dunántúli bádeni szelvények nagy diverzitása intenzív földkéreg mozgásokat igazol.
NAGY Elemér – RÁLISCH Lászlóné – TÖRÖK Ákos: Beszámoló a II. Muschelkalk Konferenciáról, Németország, Legyelország 1991.
SZEBÉNYI Géza – DETRE Csaba: Pleuromeia sternbergii (MUENSTER) óriás korpafű a

Recski Érbánya mélyszintjéből (alsó-triász).
BAROSS Gábor – GELLAI Mária: Adatok ladin vörösagyag genetikájához.

December 19. A Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály évzáró klubdélutánja.

KASZAB Imre: Expedíció a Lipari-szigetekre.

Magyarhoni Földtani Társulat területi szervezeteinek 1991. január–december havi ülésszakán elhangzott előadások.

Alföldi Területi Szervezet

Január 29. Vezetőségválasztó ülés Szegeden.

PAP Sándor: Beszámoló az elmúlt öt év tevékenységéről.
KASZAB Imre: Skandináviában voltunk.

Március 26. Előadóülés Szolnokon.

CSICSELY György: A kőrőstarcsai CH kutatás helyzete és távlatai.
HAJDÚ József: Az oligocén üledékek fácies viszonyainak viszgálata karotázs szelvények segítségével.
BONCZ László – GAJDOS István – HORVÁTH Péterné: A túrkevei CH kutatás helyzete és távlatai.

Április 23. Előadóülés Szegeden.

SZEDERKÉNYI Tibor: A jugoszláv-magyar együttműködés és eredményei a kristályos aljzat kutatásában.
MOLNÁR Sándor: Az alföldi mezozóos vulkanitok piroxénjeinek és földpátjainak geokémiai jellemzői, elektronmikroszondás vizsgálatok alapján.
M. TÓTH Tivadar: Hidrotermális jelenségek a szeghalmi metamorfitokban.

Október 1–2. A területi szervezet terepbejárással egybekötött ankétja a KLTE Ásvány és Földtani Tanszékével, a MÁFI Kelet-magyarországi Területi Földtani Szolgálat és a Debreceni Akadémiai Bizottság Paleoökológiai és Természetvédelmi Munkabizottságával közös rendezésben "A Tiszántúl északi részének földtani természet- és környezetvédelmi problémái" címmel, Debrecenben és a Hortobágyon.

BARTHA Attila – BONCZ László – CSATÓ István – Gajdos István – HORVÁTH Péterné – SZENTGYÖRGYI Károlyné: A Közép-Tiszántúl legújabb CH kutatási eredményei és perspektívái.

Október 1.

KOVÁCS A. – BUJDOSÓ I. – HAJDÚ J.: A Hajdúság és a Nyírség CH kutatási lehetőségei.
CSATÓ István: Új szeizmosztratigráfiai felismerések a jászsági, nagykunsági és hajdúsági medencék elemzésére alapítva.
PAP Sándor: Felpikkelyezett rétegsorok a K-alföldi flis öv déli részén.
SÜMEGI Pál: – SZÖŐR Gyula: Őshőmérsékleti változások meghatározása malakológiai, izotópgeokémiai módszerekkel, megállapítások az Alföld felső-pleisztocén és holocén klímaváltozásaival kapcsolatban.
SZÖŐR Gyula – Sümegi Pál: Paleoszikes kimutatása a Hortobágy északkeleti peremén.
LÉVAI Béla: Adatok a tiszántúli Nagy út történetéhez (régészeti geológia).
PAPP Lajos – MIKÓ Lajos: Környezetföldtani adottságok és hulladékelhelyezési lehetőségek Hajdú-Bihar megyében.
MARTON László – MIKÓ Lajos – HERTELENDI Ede: Paleohidrológiai változások vizsgálata izotóphidrogeológiai módszerekkel északkelelet-Magyarországon.
NAGY Gábor – RÓZSA Péter: Fe-gazdag olivinek Tokaji-hegységi dolomitokban.
MIKÓ Lajos – HUNYADI I. – TÓTH-SZILÁGYI M. – HAKL J. – UZONYI I. – BACSÓ J. – VARGA K.: Kelet-magyarországi hévizek komplex nukleáranalítikai vizsgálatából levonható földtani összefüggések.

Október 2. Földtani természetvédelmi érdekességek Debrecen környékén – terepbejárás.

Dél-dunántúli Területi Szervezet

Február 28. Vezetőség és küldöttválasztó gyűlés.

Beszámoló az elmúlt öt év tevékenységéről.

Május 21. Előadóülés Pécsett.

CHIKÁN Géza – KÓKAI András: A fiatal szerkezetalakulás nyomainak tanulmányozása a negyedidőszaki és pliocén képződményekben a Dél-Dunántúlon.
BARABÁS András: Mecseki felső-jura–alsó-kréta radioláriák.

Szeptember 17. Előadóülés Pécsett.

KASSAI Miklós: A Délkelet-Dunántúl gazdaséggeológiai térszerkezete, különös tekintettel a felső-karbon korú kifejlődésekre.
CHIKÁN Gézáné – KÓKAI András: A dél-somogyi regionális kutatások (1989–1990.) előzetes földtani eredményei.

Október 15. "A veszélyes, valamint a kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok tárolásának lehetőségei, illetve az erre javasolt térség földtani kutatása a Ny-Mecsekben" c. ankét közös rendezésben a Magyar Hidrológiai Társaság, a Magyar Geofizikusok Egyesülete és a Magyar Bányászati Kohászati Egyesület helyi szervezeteivel.

SZVIDACSNÉ: A veszélyes-hulladék fogalma, fajtái, keletkezése, a jelenlegi elhelyezés problémái.
SOMFAI Magdolna – JOÓ Margit: Kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok fogalma, fajtái, keletkezésük, a jelenlegi elhelyezés problémái
MAJOROS György: A tervezett mecseki veszélyes hulladékelhelyezés koncepciója, a Nyugat-Mecsek földtani viszonyai.
KOCH László: A Nyugat-Mecsek környezeti–hidrogeológiai viszonyai.
HÁMOS Gábor: A bodai aleurolit kutató fúrások eddigi földtani eredményei.
PÁL Gábor: A kihajtott vágat földtani értékelése.
MEGYERI Mihály – NEMES László: Célirányos teszteres vizsgálatok különleges hidrodinamikai feladatok megoldására.
CSICSÁK József: A bodai aleurolit kutató fúrások és a feltáró vágat eddigi hidrogeológiai eredményei, a tervezett hidrogeológiai monitoring rendszer.
ÁBELE Ferenc – NAGY Zoltán – ZILAHY-SEBES László: Az aleurolit kutató fúrások karotázsvizsgálatának eredményei.
VÁRHEGYI András – BERTA Zsolt – SASVÁRI Gábor: Geodinamikai monitoring rendszer a Ny-Mecsekben.
SZEIDOVITZ Győző – BERTA Zsolt – NAGY Zoltán – MÓNUS Péter – MENTES Gyula: Mikrorengés vizsgálatok a Nyugat-Mecsekben.

November 5. Előadóülés Pécsett.

GÁL Miklós – VINCZÉNÉ LEHOCZKY Emőke: Fennőtt kristályos vivianit előfordulás Magyarországon.
ÉRDI-KRAUSZ Gábor: A kambodzsai kutatási lehetőségek.

December 5. Ifjúsági Nap. Egyetemisták beszámolója a terepgyakorlat eredményeiről, az 1991. évi pályázat eredményhirdetése.

DANI Z. – GERMÁN J.: A mecseki felső-triász és liász homokkövek vizsgálata.
GYÓDI É. – SOMOGYVÁRI Zs. – WELSCH R.: A felső-jura korú Szársomlyói Mészkő Formáció mikrofácies vizsgálata a Villányi-hegység nagyharsányi egységében.
DULAI A. – SUBA Zs. – SZARKA A.: Toarci (alsó-jura) anoxikus esemény és alsó-kréta vulkanizmus vizsgálata a mecseki Réka-völgyben.
BERECZ A. – FÜLE L. – SÖREGI D.: A dinnyeberki és Kővágótöttös–bakonyai löszterületek összehasonlítása.

December 10. Előadóülés Pécsett.

KASSAI Miklós: A hegyvidéki területek totál eróziója, a laza üledéktakaró vastagsága, összetétele, a morfológiai jellemzők a közeli felszíni vízháztartási viszonyokkal összefüggésben.

CHIKÁN Géza – KÓKAI András: A mórágyi rög kutatásának előzetes eredményei.

December 17. Klubnap.

KONRÁD Gyula: Élménybeszámoló az ELTE Kamcsatka expedícióról

Közép- és Észak-dunántúli Területi Szervezet

Április 10. Beszámolóülés a régióban végzett 1990. évi kutatásokról Veszprémben.

Beszámoló intézmények: Magyar Állami Földtani Intézet, Bauxitkutató Vállalat, Bakonyi Bauxitbánya, Országos Érc- és Ásványbányák Mangánérc üzeme, Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Tatabányai Bányák Vállalat, Veszprémi Szénbányák, Oroszlányi Szénbányák.

Június 15–16. Burgenlandi terepbejárás.

Október 3. 30 éves a Közép- és Észak-Dunántúli Területi Szervezet.

Jubileumi elmlékülés.

KÉRI János: Visszaemlékezés a elmúlt 30 évre.

CSÁSZÁR Géza: A Dunántúli Középhegység regionális földtani kutatásának helyzete és indokoltsága.

SCHAREK Péter: Átfogó ismertetés a Kisalföld kutatásairól.

MAKRAI László: A szénbányászat kiemelkedő eseményei a régióban a jubileumi időszak alatt.

VIZY Béla: A bauxitkutatás története.

November 21. Országos vita az új Bányatörvény tervezetről. Vitaindító előadást tartott: KOMLÓSSY György a Központi Földtani Hivatal elnöke, és ESZTÓ Péter a Magyar Bányászati Hivatal elnöke.

Észak-Magyarországi Területi Szervezet

Február 14. Vezetőségválasztó üléssel egybekötött előadóülés Miskolcon.

JUHÁSZ József: Beszámoló az elmúlt öt év tevékenységéről.

CSIKOS József: Élménybeszámoló a Himalája expedíciókról.

Március 28. Előadóülés Miskolcon.

SZLABÓCZKY Pál: Szerkezetföldtani szempontok észak-magyarországi hulladéklerakók telepítésénél.

ANGELMAYER Géza: Elfedett hulladéktárolók kutatása és szanálása a Tüvrheinland cég gyakorlata alapján.

Április 25. Előadóülés Miskolcon.

SZOKOLAI György – SZABÓ Tibor: A geostatisztikai vizsgálatok eredményei a lignitkutatásban.

Május 30. "A Bükk vízföldtani kutatásai" című ankét a Borsodi Műszaki Hetek keretében.

NAGY Géza: A "Bükki Program" vízföldtani kutatásai.

PENTELÉNYI Antal – SZILÁGYI Ferenc: A vízföldtani térképsorozat Nagyvisnyó jelű lapjának bemutatása.

SÁSDI László – SZILÁGYI Ferenc: Összefüggésvizsgálatok az észak-bükki vízföldtani mintaterületen.

ELSHOLTZ László: Hidrogeokémiai vizsgálatok a Bükk hegységben.

SZLABÓCZKY Pál: A karsztvíz tároló tér teljesítményvizsgálata a Keleti-Bükkben.

Október 31. Előadóülés Miskolcon.

HEGEDŰS Károly: A morfológia és a tektonika kapcsolata a borsodi harmadkori szénmedencében.

November 28. Ünnepi ülés Miskolcon.

JUHÁSZ András: 30 éves a MFT Észak-Magyarországi Területi Szervezete.
KECSKEMÉTI Tibor: A Magyarhoni Földtani Társulat jövőbeni helyzete a magyar földtan új arculatának megfelelően.

December 12. Évzáró klubdélután Miskolcon.

RADÓCZ Gyula – SOMOS László: Széntelepek nyomában Urugvayban.

Útmutató a Földtani Közlöny szerzői számára

A Földtani Közlöny csak eredeti, új tudományos eredményeket tartalmazó (magyar, illetve angol nyelven még meg nem jelent) közleményeket fogad el. Eseti megítélés alapján a szerkesztőbizottság összefoglaló jellegű cikkek közléséhez is hozzájárulhat.

Az elsődleges cél a hazai földdel foglalkozó, vagy ahhoz kapcsolódó tárgyú cikkek megjelentetése. A szerkesztőbizottság elfogadhatja közlésre magyar vagy külföldi szerző külföldi tárgyú cikkét is. A kéziratok lehetnek: értekezések, rövid közlemények, könyvismertetések, vitairatok. Ez utóbbiak a vitatott cikkek megjelenésétől számított hat hónapon belül küldhetők be. Ez esetben a szerzők lehetőséget kapnak arra, hogy válaszukat a vitázó cikkel együtt jelentessék meg. A tanulmányok maximális összesített terjedelme 25 nyomdai oldal (szöveg, ábra, tábla). Ezt meghaladó tanulmányok csak abban az esetben közölhetők, ha a szerző a különbözet térítésére kötelezettséget vállal. A tömör fogalmazás és az állításokat alátámasztó adatszolgáltatás alapkövetelmény.

A mindenkori tényleges nyomtatási költség 2/3-ának megfelelő pénzügyi támogatás esetén a szakmailag megfelelő minőségű cikk vagy önálló kötet közreadási preferenciát élvez.

A folyóirat nyelve magyar és angol. A közlésre szánt cikk bármelyik nyelven benyújtható, mindkét esetben magyar és angol összefoglalással. Az angol változat vagy összefoglalás az elfogadás után is elkészíthető, és ez a szerző feladata.

A magyar (és/vagy angol) nyelvű kéziratot három példányban kell a technikai szerkesztőhöz eljuttatni. Az egyik példányhoz tartozó illusztrációs anyag nyomdakész rajz vagy ezzel azonos minőségű fénymásolat, ill fényes felületű, kontrasztos fénykép legyen. A másik két példányhoz tartozó anyagok lehetnek jó minőségű másolatok is, lehetőleg a véglegesnek elképzelt méretben.

Előnyt élveznek a lektorálás és javítás után mágneslemezen visszaküldött kéziratok. (Néhány éves átmeneti periódus után a jelenleg csak javasolt megoldás követelménnyé válik.) A lemezhez egy kinyomtatott példányt kell mellékeni, amelyen a szövegszerkesztő programmal le nem írható jelek, ékezetek, egyenletek egyértelműen jelölve vannak.

Jelenleg IBM-kompatibilis személyi számítógépen bármely szövegszerkesztőből ASCII kódban (DOS Text Only) kimentett változat benyújtható, de elsősorban a Word változatok használata javasolt. A lemezen fel kell tüntetni a szövegszerkesztő program típusát és verziószámát. A kézirat részei (**kötelező**, javasolt):

a) **Cím**	g) A téma kifejtése - megfelelő alcím alatt (diszkusszió)
b) **Szerző(k), postacímmel**	h) **Eredmények, következtetések**
c) **Összefoglalás**	i) Köszönetnyilvánítás
d) **Bevezetés, előzmények**	j) **Hivatkozott szakirodalom**
e) Módszerek	k) Ábra-, táblázat- és fényképmagyarázatok
f) Adatbázis, adatkezelés	l) Ábrák, táblázatok és fényképtáblák

Az ábrákat arab, a táblázatokat és a fényképtáblákat külön-külön római számok jelölik. Az ábrák betűmérete a végleges méretre való kicsinyítés után legalább 1,5 mm, a vonalvastagság 0,1 mm legyen. Kívánatos, hogy az ábra eredeti mérete legalább 30%-kal haladja meg a közlés méretét. A fényképtáblákat kartonra ragasztva, a végleges tükörméretben (126x196mm) kell elkészíteni. Kihajtós táblázat nem, kihajtós térkép is csak indokolt esetben, a szerkesztőbizottság döntése alapján fogadható el. Színes térkép vagy fényképtábla csak a szerző költségén közölhető. A cikk elfogadása esetén a nyomdakész rajzok előállítása a szerző feladata.

Az irodalomjegyzék tételeire a szerző nevével és a megjelenés évszámával lehet hivatkozni az alábbi példák szerint: RADÓCZ (1974) Galácz & VÖRÖS (1972), KUBOVICS et al. (1987).

Példák a bibliográfiai adatok közlésére:

a) cikkek: JASKÓ S. 1986: A Magyar-középhegység neogén rögszerkezete. (The Neogene block structure of the Central Hungarian Range). – *Földtani Közlöny* **118/4**, 325–332 (in Hungarian with English abstract).

b) kötetben közölt tanulmányok: BENSON, R.H., GOULD, S.J., SMITH, W.A. 1984: Perfection, continuity and common sense in historical geology. – In: BERGGREN, W.A., VAN COUVERING, J.A. (Eds): *Catastrophes and Earth History: The New Uniformitarianism.* Princeton University Press, Princeton, 35-75.

c) könyvek: FÖLDVÁRY, G.Z. (1988): Geology of the Carpathian Region. – World Scientific, Singapore, 571 p.

A folyóirat nevének rövidítése kerülendő. A horvát, román, szlovák, stb. ékezetek lehetőség szerint a lemezen is rögzítendők. Ennek hiányában a kéziraton kell egyértelműen jelölni. Cirill betűs munka esetén (ha nincs latin betűs címe) az eredeti címet, angol írásmód szerinti átírásban, szögletes zárójelben, valamint angol fordításban is meg kell adni. Az előírásoknak meg nem felelő kéziratokat a technikai szerkesztő az első szerzőnek visszaküldi.

A kéziratokat a következő címre kérjük beküldeni: Piros Olga 1443 Budapest, Pf. 106.

Földtani Közlöny

Vol. 127. 1–2. 1997

Tartalom – Contents

tisza
NYOMDA KFT